1884

Kalkverletzung des Auges.

Lane Medical Library

Inaugural-Dissertation

welche mit Genehmigung

edicinischen Facultät der Universität Breslau

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin und Chirurgie

nabend, den 2. August 1884, Vormittags 11 Uhr

in der Aula Leopoldina

öffentlich vertheidigen wird

Paul Gühmann

Assistenzarzt an der Klinik des schlesischen Vereins zur Heilung armer Augenkranker.

Opponenten:

Wladimir Krawczynski
pract. Arzt.

Dr. med. Paul Reichel
Assistent an der Königl. chirurg. Klinik.

BRESLAU.

Druck von Otto Gutsmann, Ring No. 50.

Seinem allzeit liebenswürdigen Chef

Herrn Dr. Burchard

in Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

Im April v. J. suchte ein Maurer, welchem frischer Kalkmörtel in sein rechtes Auge gespritzt war, meine Hilfe auf. Trotz sorgfältiger Pflege zog sich der Heilungsprozess gegen volle dreizehn Wochen hin. Der Mann wurde, da das linke Auge diffuser Hornhautflecken wegen hochgradig amblyopisch war, total arbeitsunfähig und gerieth in die bitterste Noth. Der Fall ging mir sehr nahe. Die concentrirte Zuckerlösung, welche seiner Zeit von Gosselin so warm empfohlen worden war, hatte mich vollständig im Stich gelassen. Einmal gegen ihre Heilkraft skeptisch gemacht, legte ich mir die Frage vor, ob sie denn überhaupt einen berechtigten Platz in dem Arzneischatz der Ophthalmologen einnehme, bezw. ob die heute geltende Anschauung von der durch gelöschten Kalk hervorgerufenen Verletzung des Auges richtig sei. Meine diesbezüglich angestellten experimentellen Untersuchungen haben beide Fragen negativ beantwortet. Freilich kann ich mir nicht das Zeugnis ausstellen, die Sache erschöpfend behandelt zu haben; die Zeit drängte; im Interesse des der Arbeit zunächstliegenden Zweckes musste endlich ein Abschluss gemacht werden. Manche Gedanken, die im Verfolg des Themas auftauchten, sind nicht weiter verarbeitet, manche Punkte, denen eine ausführlichere Schilderung gebührt hätte, sind nur flüchtig skizzirt worden; an manchen Stellen wird vielleicht zu viel, an anderen zu wenig gesagt sein. Indessen, wer einmal seine Erstlingsarbeit lediglich aus eigener Kraft geschaffen hat, wird ermessen, welchen Schwierigkeiten ich begegnet bin.

Sollte jemandem der Gegenstand selbst als für eine Abhandlung von dem Umfang der vorliegenden zu geringwerthig erscheinen, so erinnere ich daran, dass in der Ophthalmologie, wo die Exactheit der Lehre eine so grosse Rolle spielt, die Richtigstellung jedes thatsächlichen Irrthums hochwillkommen sein muss. Ein Amerika ist auf dem Gebiete der Hornhautverletzungen zwar nicht mehr zu entdecken; aber es scheint mir eine nicht minder dankenswerthe Aufgabe zu sein, das Terrain, welches in seiner Allgemeinheit so wohl gekannt ist, nun auch in seinen einzelnen Bezirken zu durchwandern und genauer zu erforschen.

Die zur Sache nothwendigen chemischen Vorarbeiten wurden in der hiesigen Naschmarkt-Apotheke ausgeführt, deren Laboratorium mir von dem Besitzer, Herrn Hermann Werner, in liberalster Weise zur Verfügung gestellt war. Ich spreche Herrn Werner für seine Liebenswürdigkeit an dieser Stelle meinen Dank aus.

Unter der Kalkverletzung des Auges versteht man gemeinhin das Hineingelangen von Kalktheilchen in den Bindehautsack, wo dieselben je nach der Quantität der hineingelangten Masse ihre perniciöse Wirkung auf die Bindehaut beschränken, oder auch eine Alteration des Hornhautgewebes veranlassen. Der Kalk kann sein ungelöschter, Aetzkalk, oder gelöschter, Kalkhydrat; letzterer meist in der Form des Kalkmörtels oder der Kalkmilch. Bekanntlich hat der reine Kalk die Eigenschaft, beim Benetzen mit Wasser sich zu erhitzen bis zu einer Temperatur, bei welcher u. a. Holz verkohlt. Dringt er in den Bindehautsack, so werden sich demnach in der Hauptsache nur die Folgen der Verbrennung geltend machen, die immer mehr oder weniger zum Ruin des Organs führen. Ganz anders verhält sich der gelöschte Kalk in seinen Wirkungen auf das Auge; er führt nur unter ganz bestimmten, erschwerenden Umständen zur Zerstörung desselben. Es handelt sich bei ihm also in der Regel wirklich um eine Verletzung, beim ungelöschten Kalk fast immer um eine Vernichtung des Sehorgans. Da nun der Sprachgebrauch einmal beiderlei Wirkungen promiscue unter dem Wort „Kalkverletzung" zusammenfasst, so wird es sich im Interesse der Klarheit empfehlen, eine Kalkverletzung im engeren Sinne, von einer solchen in des Wortes weiterer Bedeutung zu scheiden, und unter ersterer nur die Wirkungen des gelöschten Kalks auf das Auge zu verstehen. Wir werden uns im Folgenden hauptsächlich mit der Kalkverletzung in specie beschäftigen.

Die Kalkverletzung des Auges ist so alt, wie die Anwendung des Kalkes selbst, und diese reicht bis in die entferntesten Zeiten hinauf. Dioscorides und Plinius im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung geben schon über die Umwandlung des kohlensauren Kalks in Aetzkalk und dessen Eigenschaften nähere Auskunft*).

Die Genauigkeit der Kenntnis der Kalkverletzung steht jedoch mit ihrem Alter gerade im umgekehrten Verhältnis. Es ist unglaublich und doch Factum, dass man bis vor drei Decennien zwischen Kalkverletzung und Kalkverletzung keinen Unterschied zu machen verstand. Man betrachtete den Kalk, der ins Auge gelangte, in jedem Falle als ein energisches Causticum, das das Gewebe, mit welchem es in Contact geräth, immer von Grund aus zerstört. Dass er unter Umständen bedeutende Veränderungen an der Conjunctiva und Cornea schaffen kann, ohne dass sich nothwendiger Weise ein deletärer Ausgang anschliesst, dafür hatte man keinen Blick. Der erste Arzt, welcher diesen Irrthum erkannte, war L. Gosselin, Chirurg am Hospital Cochin zu Paris. Mit Rücksicht darauf, dass er nicht nur der erste gewesen, sondern merkwürdiger Weise auch der einzige geblieben ist, welcher experimentelle Forschungen über die Wirkungsweise des Kalks auf das Auge angestellt hat, scheint es angemessen, seine über den Gegenstand veröffentlichten Arbeiten**) etwas ausführlicher zu referiren. Ein 21jähriger Maurer, welchem frischer Kalkmörtel in sein linkes Auge gespritzt war, suchte ärztliche Hilfe in dem Hospital, an welchem Gosselin ordinirte. Die

---

*) Musspratt, Theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Bearbeitet von Dr. Stohmann, fortgesetzt von Bruno Kerl. Braunschweig. C. A. Schwetschke & Sohn (M. Bruhn). 1865.

**) Memoire sur le trajet intraculaire des liquides absorbés à la surface de l'oeil, par L. Gosselin, chirurgien de l'hopital Cochin, président de la societé de chirurgie. (Lu à l'académie de médecine de 7. août 1855.) Gazette hebdomadaire 9. et 16. septembre 1855.

Memoire sur l'ophthalmie causée par la projection de la chaux dans l'oeil, par le dr. L. Gosselin, chirurgien etc. Archives generales de medécine. Novembre 1855.

Verletzung hatte unmittelbar vorher (vor 15 Minuten) stattgefunden. Gosselin findet die Hornhaut total weiss getrübt und den Bindehautsack oben wie unten mit Kalkbrei ausgestopft. Letzterer wird theils mit Pincette, theils mittelst eines Wasserstrahls entfernt, worauf die weisse Trübung der Hornhaut um so frappanter hervortritt. Das Sehvermögen des Auges ist auf quantitative Lichtempfindung herabgesetzt; es ist unmöglich, Iris und Pupille zu erkennen. Der Kranke ist völlig frei von Schmerz, nur durch den Verlust der Sehkraft beunruhigt. Ordination: einstündliche Augendouche, eventuell Blutentziehung, falls Schmerzen oder Chemosis hinzutreten. War Gosselin schon frappirt über die ungeheuere Schnelligkeit, mit welcher die Hornhaut in toto getrübt war, so wuchs sein Erstaunen noch mehr, als er am dritten Tage, anstatt dieselbe mortificirt zu sehen, sie etwas durchsichtiger geworden fand. In Folge dessen schloss er, dass es sich nur um eine Infiltration des Gewebes mit Kalk handeln könne. Um sich über den Gegenstand klar zu werden, stellte er eine Reihe von Experimenten an, die ich weiter unten des näheren besprechen will; ihr Resultat war, bei der Kalkverletzung (in specie) findet thatsächlich nur eine Imbibition der Hornhaut mit Kalk statt; das beste Lösungsmittel für ihn ist eine concentrirte Zuckerlösung. Mit der Zuckerlösung wird vom dritten Tage ab die Behandlung bei dem obigen Patienten fortgesetzt, zweistündlich werden einige Tropfen eingeträufelt. Wirklich hellt sich die Hornhaut bei diesem Verfahren etwas weiter auf; die Chemosis bleibt bestehen, hie und da sind Ecchymosen in der oedematösen Conjunctiva nachweisbar. In den darauf folgenden neun Tagen schreitet die Klärung der Hornhaut weiter vorwärts, man erkennt bereits Iris und Pupille; gleichwohl hat sich die Sehkraft noch nicht gehoben. Chemosis unverändert, starke Epiphora, das Auge ist permanent geschlossen, keine Schmerzen. In den nächsten vier Tagen weicht die Chemosis; die Hornhaut klärt sich mehr und mehr, Patient erkennt schon grössere Gegenstände, die Conjunctiva noch stark injicirt, kein Schmerz. Ordination: zwölf Blutegel hinters Ohr. So währt der Zustand in den folgenden vier Wochen unverändert fort. Jetzt

aber kann das Auge schon geöffnet werden; die Conjunctiva ist zwar nicht mehr injicirt, aber geschwellt und mit einzelnen ectasirten Blutgefässen ausgestattet, namentlich in unmittelbarer Nähe der Hornhaut. Acht Wochen nach seinem Eintritt verlässt der Kranke das Hospital mit folgendem Status: das Auge wird nicht soweit geöffnet, als das gesunde; kein Thränenfluss; Schwellung und Vascularisation der Conjunctiva; kleines oberes und unteres Symblepharon; diffuse Trübung der Hornhaut, die wohl das Erkennen grösserer Gegenstände gestattet, aber das Lesen unmöglich macht. Bei einer acht Tage später erfolgenden Vorstellung des Patienten zeigte sich der Zustand unverändert.

Hauptsächlich war Gosselins Aufmerksamkeit auf die Natur der Hornhauttrübung gerichtet. Sie schien nicht in den Rahmen der geltenden Anschauung zu passen, nach welcher Hornhauttrübungen gesetzt werden entweder durch abgelagerte Entzündungsproducte oder durch Eiweissgerinnung, letztere wieder hervorgerufen a. durch abnorme Hitzegrade, b. durch ein caustisches Alkali, c. durch eine concentrirte Säure. Die Rapidität der Entwickelung sprach von vornherein gegen eine Entzündung. Aber auch gegen die Ansicht, dass die Trübung auf chemischem Wege zu stande gekommen, liess sich manches anführen, so die formale Integrität der oberflächlichen Schichten, sodann die durch die ganze Tiefe der Hornhaut sich fortsetzende Trübung bei lediglich oberflächlichem Contact des chemischen Agens. Seine mit Bezug darauf angestellten Experimente gaben bald den erwünschten Aufschluss.

Am 8. Juni 1855, 4 Uhr 4 Minuten Nachmittags, instillirte er in beide Augen eines Hundes concentrirte Kalkmilch. Die linke Hornhaut wurde bereits nach 3 Minuten weiss, die rechte nach 9 Minuten. Die Trübung schien an der Peripherie anzufangen und nach dem Centrum hin fortzuschreiten, und zwar zunächst von der äusseren Seite aus. Um 4 Uhr 10 (?) Minuten wird eine neue Quantität Kalkmilch eingeträufelt, 5 Minuten später sind beide Hornhäute weiss wie Porzellan. Um 4 Uhr 22 Minuten instillirt er in das linke Auge eine Salzsäurelösung (5 Tropfen Säure auf 20,0 Wasser,

also eine 1,25 procentige Lösung, die später durch eine 2 procentige — 8 Tropfen Säure auf 20,0 Wasser — ersetzt wird). Die Trübung hellt sich allmählich auf und verschwindet schliesslich, zwar nicht vollständig, aber zum grössten Theil. Die Hornhaut des rechten Auges, welchem keine Salzsäurelösung eingeträufelt worden war, blieb nach wie vor weiss. Dieser Befund konnte nur so gedeutet werden: Der Kalk dringt in die Hornhaut ein, infiltrirt ihr Gewebe und hebt dadurch ihre Durchsichtigkeit auf. Die Salzsäure, welche gleichfalls in die Hornhaut dringt, verbindet sich mit dem Kalk zu einem in Wasser löslichen Salz (Chlorcalcium), das durch den Saftstrom weiter fortgetrieben wird. Gestützt wurde diese Annahme Gosselin's noch durch ein anderes Experiment. Die durch Kalkmilchinstillationen getrübten Hornhäute eines Kaninchens werden nach Enucleation der Augen ausgeschnitten und in eine Salzsäurelösung gebracht. Sie hellen sich sofort auf. Nachdem sie wieder aus der Lösung herausgenommen worden sind, werden derselben einige Tropfen von Ammoniumoxalat zugesetzt. Augenblicklich trübt sich die klare Flüssigkeit durch Ausfällung oxalsauren Kalks. Die aufgehellten Hornhäute werden abermals in Kalkmilch und nach ihrer wiederum prompt eingetretenen Trübung wieder in eine Salzsäurelösung eingelegt, wobei sich der schon geschilderte Vorgang wiederholt. Um jeden Zweifel, dass es sich thatsächlich nur um eine Imprägnation der Hornhaut mit Kalk handele, zu beseitigen, liess Gosselin die durch Kalkmilcheinträufelungen porzellanig getrübte Hornhaut eines Kaninchens durch einen Chemiker von Fach der Calcination auf dem Platinblech unterwerfen. Zum Glührückstand wurde aqua destillata und darauf etwas Ammoniumoxalat hinzugesetzt; es bildete sich ein Niederschlag von oxalsaurem Kalk. Nun wäre der Einwurf möglich gewesen, jedes Gewebe enthält auch im Normalzustande Kalk, folglich auch die Hornhaut. Um demselben zu begegnen, calcinirte Gosselin eine normale Hornhaut und setzte dann die vorerwähnten Flüssigkeiten zu; es zeigte sich zwar ein Niederschlag, aber in viel geringerer Quantität, als im ersteren Fall. Zu dem gleichen Resultat gelangte der Forscher auf einem anderen Wege. Er calcinirte

in der angegebenen Weise die intacten Hornhäute eines Kaninchens; ebenso prüfte er den humor aqueus der Vorderkammer, welchen er vorher beim Excidiren der corneae aufgefangen hatte, auf seinen Kalkgehalt. Sowohl in dem letzteren als in den ersteren wurde normaler Weise eine geringe Menge Kalkes nachgewiesen. Diesem Versuche analog verfuhr er mit den Augen eines Kaninchens, denen vorher Kalkmilch eingeträufelt worden war; das Resultat war, dass die in letzterem Falle gefundene Kalkquantität jene erstere um ein beträchtliches überschritt. Aus allen den Versuchen zog Gosselin den Schluss, die bei der Kalkverletzung entstehenden Hornhauttrübungen verdanken ihre Entstehung weder einer Entzündung noch einer Albumingerinnung, sondern sie werden erzeugt durch eine Infiltration des Gewebes mit Kalkmolecülen und durch eine chemische Verbindung letzterer mit dem Gewebe (?). Nachdem dies festgestellt war, handelte es sich darum, ein passendes Lösungsmittel für den in die Hornhaut infiltrirten Kalk zu finden. Gosselin prüfte Salzsäure und Essigsäure auf ihre Wirkung. Erstere in einer 2,5 procentigen Lösung eingeträufelt, vertrieb zwar die durch Kalkeinlagerung erzeugte Trübung, rief jedoch eine schwere Entzündung hervor mit neuer (diesmal aber exsudativer) Trübung. Aehnlich verhielt sichs mit der Essigsäure. Aus diesem Grunde stand Gosselin ein für alle Mal davon ab, Säuren als Lösungsmittel zu verwenden. Vielmehr versuchte er auf den Rath des Chemikers M. Boussy eine concentrirte Zuckerlösung. (Zucker verbindet sich mit Kalkhydrat zu löslichem Zuckerkalk.) Die Resultate waren sehr zufriedenstellend, wie aus der früher mitgetheilten Krankengeschichte erhellt, wurden nach einigen Tagen der Anwendung Iris und Pupille sichtbar, das Auge selbst wurde gerettet.

Der Originalität wegen sei noch die Ansicht Gosselins über die Entstehung der Symblephara citirt. Man könnte sie für Narben, als Folge einer Verschorfung ansehen, aber diese hätte ebensowenig wie eine Verschwärung stattgehabt u. s. w. Daher müssten sie lediglich als das Resultat einer spezifischen (!) Entzündung betrachtet werden, die characterisirt sei durch serösen Erguss mit Blutungen und Thränenträufeln

bei Abwesenheit jedes lebhaften Schmerzes. Sie seien die Folge einer partiellen Retraction (?) der Conjunctiva, ähnlich derjenigen, welche man auch an anderen Geweben im Anschluss an Entzündungen beobachte.

Trotz der mannigfachen Widersprüche in den Folgerungen, welche Gosselin aus seinen Experimenten zog, trotz der zum Theil recht seltsamen Erklärungen, welche er gewissen klinischen, wie pathologisch-anatomischen Erscheinungen beilegte, wurde seine Lehre als unbedingt richtig, ungeprüft von den Fachgenossen acceptirt. Man war es zufrieden, in der Kenntnis der Kalkverletzung wenigstens einen Schritt vorwärts gethan zu haben, wenigstens die elementare Anschauung über den Grundprozess festgestellt zu sehen. Misserfolge, die zu Zweifeln an der Richtigkeit der Gosselin'schen Ansichten und somit eventuell zu Nachprüfungen Veranlassung gegeben hätten, schienen nie beobachtet worden zu sein. So allein konnte es kommen, dass Gosselins Lehre bis zum heutigen Tage unbestritten, die herrschende geblieben ist, die immer aus einem ophthalmologischen Lehrbuch in das andere unversehrt hinüberwandert. Merkwürdig contrastirt damit die Thatsache, dass man wohl nur in dem Medicamentenkasten der wenigsten Augenärzte eine concentrirte Zuckerlösung finden wird! Zur Illustration meiner eben gemachten Ausführung will ich den Passus „Kalkverletzung" aus einigen der bekanntesten ophthalmologischen Lehrbücher theils wörtlich theils referirend wiedergeben; es wird daraus erhellen, dass man Gosselin zwar immer nachbetet, aber nicht immer genau, manchmal sogar direct unrichtig. In einigen Lehrbüchern wird die „Kalkverletzung" einfach mit souverainem Schweigen abgethan. Vielleicht nicht ganz mit Unrecht!

Des historischen Interesses halber aber will ich zunächst einen Autor aus der Zeit vor Gosselin citiren. „Die Einwirkung ätzender Stoffe," sagt Ferdinand Arlt,*) pflegt den Kranken in der Regel sogleich zur ärztlichen Hilfe zu treiben. Man überzeuge sich zunächst, ob nicht noch etwas

*) Arlt, Ferdinand, Die Krankheiten des Auges für praktische Aerzte geschildert. 3 Bde. Prag, F. A. Credner, 1851, vollendet 1856.

davon zurückgeblieben sei und noch fortwirke. Kalk, Mörtel ..... u. dgl. müssen sogleich durch Einspritzen, Einträufeln oder Einpinseln von Flüssigkeiten entfernt werden, welche sie nicht chemisch lösen, sondern womöglich zersetzen oder wenigstens einhüllen, wie Oel, zerlassene Butter, Rahm, Milch; ist nichts dergleichen bei der Hand, so suche man sie durch einen raschen Wasserstrahl rasch abzuspülen, ehe sie sich noch auflösen können. Die darauf folgende Entzündung pflegt in der Regel sehr heftig zu sein und erheischt strenge Antiphlogose u. s. w.“ 24 Jahre später äussert sich Arlt an anderer Stelle*) folgendermassen: „Nach Verbrühung des Auges sieht man an der Hornhaut entweder blosse Trübung oder Abstossung des Epithels, meistens ohne förmliche Blasenbildung, oder eine halbdurchsichtige, perlgraue, eine gesättigte weisse Trübung der Cornealsubstanz (wie gesottenes Eiweiss) oder die Oberfläche der intensiv getrübten Cornea gelb und zugleich runzlich. Die sehr bald auftretenden Reactionserscheinungen: Ciliarinjection, Röthe und Schwellung der Conjunctiva, Schmerzen, Lichtscheu und Thränenfluss verhalten sich, auch wenn bloss die Cornea getroffen wurde, verschieden, sind jedoch durchschnittlich der Intensität der Verbrühung proportionirt ..... An der Conjunctiva findet man, wenn die Verbrühung nur einigermassen intensiv war, eine mehr weniger grosse Partie der Conjunctiva bulbi in einen weissen, nicht glatten, öfter etwas deprimirten oder etwas prominenten Fleck (Schorf) verwandelt, an den Rändern, besonders nächst der Cornea, roth gesprenkelt, wenn die Umgebung nicht bereits wallartig geschwollen erscheint. Das Aussehen solcher durch thermische oder chemische Agentien verändeter Partien hat etwas so characteristisches, dass man es nur einmal gesehen zu haben braucht, um seinen Ursprung in später wieder vorkommenden Fällen sofort wieder zu erkennen, und dass nur allenfalls eine Verwechselung mit conjunctivitis crouposa oder diphteritica möglich wäre,

*) Dr. Ferd. Ritter v. Arlt, Ueber die Verletzungen des Auges, mit besonderer Rücksicht auf deren gerichtsärztliche Würdigung. Wien. Braumüller, 1875.

. . . . Von den chemisch wirkenden Substanzen (sc. welche eine Verbrühung des Auges hervorrufen) sind in erster Reihe der frisch gelöschte Aetzkalk, in specie der mit Sand vermischte (Mörtel) . . . . . zu nennen . . . . . Zunächst sorge man für sorgfältige Reinigung des Auges durch Ab- und Ausspülen mit lauem Wasser, und entferne alles, was vom Brand- oder Aetzschorf noch im Bindehautsacke oder an der Cornea haftet, nach Thunlichkeit auch etwa vorhandene fremde Körper. Dass man Körper, die durch Aetzung noch fortwirken, z. B. Stücke . . . . . von Aetzkalk u. dgl. so schnell und gut als möglich, mechanisch, nicht aber mit Wasser, welches die Wirkung steigern oder weiter verbreiten kann, zu entfernen trachten werde, sei hiermit nur in Erinnerung gebracht. . . . . Die meiste Schwierigkeit vollständiger Beseitigung pflegt der Mörtel im Bindehautsacke zu bereiten. Man stösst mitunter auf ganze Nester von Sand und Kalk, welche in der Tiefe liegen und auch nach sorgfältigster Abziehung des unteren und Umstülpung des oberen Augenlides nur schwer völlig aufgedeckt und noch weniger ganz von dem fest adhaerenten Beschlage befreit werden können. Das Herauskratzen und Hervorholen mit einem Daviel'schen Löffel, sofern man dabei nicht Quetschung oder Zerreissung der Umgebung bewirkt, und das Ausspülen durch Irrigation ist jedenfalls minder gefährlich, als das Ausspritzen mit einem kräftigen Wasserstrahl, weil man durch diesen leicht Wasser oder fremde Körper tiefer in das erweichte, subconjunctivale Gewebe hineintreiben kann. Gosselin empfiehlt häufiges Einträufeln stark gezuckerten Wassers, um Kalktheilchen zu lösen und abzuspülen, namentlich wenn solche in der Cornea haften; das stark gesättigte Zuckerwasser setzt keinen neuen Entzündungsreiz. Darauf folgt eine nach Erfordernis strenge antiphlogistische Behandlung bei entsprechender Augen- und allgemeiner Diät.“ . . . . . In seinem neuesten Werke*) spricht sich Arlt

*) Prof. Dr. Ferd. v. Arlt, Klinische Darstellung der Krankheiten des Auges, zunächst der Binde-, Horn- und Lederhaut, dann der Iris und des Ciliarkörpers. Wien. Braumüller, 1881.

über die Kalkverletzung u. a. folgendermassen aus: „Die chemisch oder thermisch wirkenden Substanzen haben je nach dem Grade ihrer Einwirkung bald oberflächlichen, bald tieferen Substanzverlust, weiterhin Verschwärung, Schrumpfung und gegenseitige Verwachsung sich berührender Geschwürsflächen zur Folge. . . . . Nach der Einwirkung ätzender Stoffe (Kalk . . . oder dgl.) hat man zunächst nachzusuchen, ob nicht etwas zurückgeblieben sei. Lässt sich annehmen, dass der Kalk noch ätzend wirke, so träufele man eine syrupdicke Zuckerlösung ein, um ihn zu neutralisiren; bei Mörtel (Mischung mit Sand) hat man alles fremdartige zu entfernen, ohne jedoch dabei ungeätzte Partien zu quetschen oder einzureissen."

Zehender*) schreibt „über die Verbrennung des Auges durch Kalk": „Wenn schon ungelöschter Kalk als eine der gefährlichsten, chemisch verletzenden Substanzen betrachtet werden muss, die das Auge treffen können, so sind gelöschter Kalk, Kalkmilch, Kalkwasser keineswegs ganz unschuldige Stoffe. Zwar ist es bei den Bedingungen, unter welchen solche Verletzungen vorzugsweise vorkommen, oft schwer, zu entscheiden, ob angeblich gelöschter Kalk auch vollständig gelöscht gewesen, ob er nicht als eine Mischung von gelöschtem Kalk, in welchem noch ungelöschte oder unvollkommen gelöschte Theile enthalten sind, betrachtet werden darf; in diesem letzteren Falle kann es zweifelhaft erscheinen, ob die schlimmen Folgen nur der Beimischung dieser ungelöschten Theile, oder ob sie der wirklich vollständig gelöschten Hauptmasse zuzuschreiben seien. Inzwischen wird auf Grund experimenteller Versuche versichert, dass auch die völlig gelöschte Kalkmilch eine Trübung der Hornhaut entwickeln könne, die unter sehr mässigen, zuweilen freilich monatelang andauernden entzündlichen Symptomen sich entwickelt." Hieran schliesst sich ein kurzes Referat über Gosselins experimentelle Versuche.

---

*) Prof. Dr. W. Zehender, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. 3. Aufl. 2 Bde. Stuttgart 1874—1876.

L. Wecker*) sagt über denselben Gegenstand: Bei den Kalkverletzungen, die relativ häufig sind, bietet das Auge die Symptome einer ausgeprägten Diphtheritis dar. Die getroffenen Stellen sind weisslich verfärbt, verdickt und über das Niveau der Schleimhaut erhaben. Oft sind sie bedeckt mit kleinen Fibrinfäden. Die Gefährlichkeit der Verletzung ergibt sich nicht bloss aus der Trübung der Hornhaut, sondern auch aus der Verderblichkeit der Narbenbildung. An einem andern Orte**) ist Wecker in der Definition des Krankheitsbildes etwas bestimmter, scheint aber die Begriffe, gelöschter und ungelöschter Kalk, nicht streng zu sondern. „Zu den bösartigsten Verbrennungen des Auges gehören diejenigen, welche durch ungelöschten Kalk erzeugt werden." Zum Beweise für diese seine Ansicht erzählt er einen concreten, in seiner Klinik beobachteten Krankheitsfall. Aus demselben geht jedoch klar hervor, dass es sich nicht um einen durch ungelöschten Kalk, sondern um eine durch gelöschten hervorgerufene Verletzung handelte. Die von Gosselin empfohlene Zuckerlösung verwendet er nur zur Neutralisation des in die Hornhaut eingedrungenen Kalkes.

Zum Schluss noch das betreffende Capitel über chemische, in specie Kalk-Verletzungen aus dem sonst vortrefflichen Lehrbuch von Schweigger***). „Verbrennungen der Conjunctiva . . . . . durch chemisch ätzende Substanzen veranlassen eine traumatische Conjunctivitis, welche in milderen Fällen bei einfach antiphlogistischer und kühlender Behandlung heilen, oder auch in irgend eine der oben geschilderten Conjunctivitisformen übergehen kann. Tief eindringende Verbrennungen mit Zerstörung der Schleimhaut führen zu narbigen Verwachsungen und zu Symblepharonbildung . . . . . Verletzungen der Cornea durch chemisch wirkende Schädlichkeiten . . . . . durch ungelöschten Kalk u. s. w. sind meistens

*) L. Wecker, Traité theorique et pratique des maladies des yeux. Chez Adrien Delahaye. Paris 1867.

**) L. de Wecker, Thérapeutique oculaire. Leçons recueillies et redigées par le docteur Masselon. Octave Doin. Paris 1879.

***) Dr. C. Schweigger, Handbuch der Augenheilkunde. Hirschwald, Berlin 1880.

sehr gefährlicher Natur. Häufig handelt es sich dabei um ausgedehnte Verletzungen, welche nicht nur einen grossen Theil der Cornea, sondern auch der Conjunctiva einnehmen und deshalb in der Regel ein Symblepharon hinterlassen. In der verletzten Stelle der Cornea entwickelt sich häufig eine eitrige Entzündung, welche sich auf die ganze Hornhaut, oder auch auf die Iris und Chorioidea ausbreiten und dadurch Panophthalmitis verursachen kann. Aber auch bei günstigerem Verlaufe bleibt oft in Folge der intensiven traumatischen Keratitis eine Trübung des nicht direct beschädigten Hornhauttheils zurück. Eigenthümlich für die Kalkverbrennung der Cornea ist eine sofort nach der Verletzung vorhandene weissliche Trübung derselben, welche durch das Eindringen feiner Kalktheilchen in das Gewebe bedingt wird. Diese Trübung wird nicht wieder rückgängig, wenn sie auch nicht, wie man gewöhnlich angegeben findet, immer eine Necrose der verletzten Stelle der Hornhaut zur Folge hat.“ —

Der reine Kalk*) (Kalkerde, gebrannter oder lebendiger Kalk, Aetzkalk, Calciumoxyd) CaO, ist eine weisse, erdige, in den höchsten Temperaturen unschmelzbare und dabei stark phosphorescirende Substanz. Beim Befeuchten mit Wasser (Kalklöschen) erhitzt sich der Aetzkalk bis zu einer Temperatur von etwa 150° C., bei welcher Holz verkohlt und Schiesspulver sich entzündet, quillt auf und zerfällt zu einem weissen Pulver (Mehlkalk, gelöschter Kalk) unter Entwickelung eines laugenhaften Geruchs und Bildung von Kalkhydrat (CaO, OH). Drei Volumina Kalk erfordern etwa ein Volumen Wasser zur Bildung von Hydrat; gibt man einen Ueberschuss von Wasser ($2^1/_2$—3 Theile), so entsteht unter heftigem Kochen weisser Kalkbrei (Weisskalk). Beim weiteren Verdünnen des Kalkbreis mit Wasser entsteht Kalkmilch, aus welcher sich beim Klären Kalkhydrat abscheidet, während die klare Lösung (Kalkwasser) von aufgelöstem Kalkhydrat alkalisch reagirt und schmeckt. Kalkhydrat sowie Kalkmilch wirken stark ätzend. Nach Bineau löst sich 1 Theil Calciumoxyd in 780 Theilen Wasser von 18° C. Grössere

*) Nach Musspratt.

Quantitäten der Base löst eine wässrige Zuckerlösung, indem sich lösliche Verbindungen von Kalk und Zucker bilden. 100 Theile Rohrzucker in Wasser gelöst, lösen nach Osann 55,6, nach Ure 50, nach Daniel 49,6 Theile Kalk. — Kalkwasser überzieht sich wegen grosser Verwandtschaft zur Kohlensäure an der Luft mit einem weissen Häutchen von kohlensaurem Kalk. — Der Aetzkalk findet eine vielfache Anwendung, hauptsächlich zur Bereitung von Mörtel, Aetzalcalien, Seife, in chemischen Fabriken zur Darstellung von Chlorkalk, Ammoniak, zur Reinigung des Leuchtgases von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, in Sodafabriken zur Zersetzung des Glaubersalzes, in der Gerberei zur Enthaarung und Vorbereitung der Häute, in der Bleicherei zum Bleichen der Baumwollengewebe, in der Färberei zur Zurichtung der Indigokörper, zur Raffination des Zuckers, zur Glasbereitung, bei der Fabrikation der Stearin- und Palmitinkerzen, von Alaun aus Kryolith, von kohlensaurem Kali aus Feldspath, bei metallurgischen Processen auf trockenem und nassem Wege, in chemischen Laboratorien als das feuerfesteste Tiegelmaterial zum Schmelzen von Platin, wegen seiner starken Phosphorescenz zum Drummond'schen Licht, als Polirmittel (Wiener Kalk), zu Kitten u. dgl. — Der Kalkbrei, welcher zur Mauerspeise benützt wird, wird stets mit Sand vermengt, da der reine Kalkbrei zwar bei ganz glatten Mauersteinen in dünner Lage erhärtet, bei unebenen Steinen dagegen und in dickerer Lage rissig wird und im Innern weich bleibt. Die Kalkmilch dient hauptsächlich zum Weissen der Wände.

Die mannigfache Verwendung des Kalks macht es erklärlich, dass die Kalkverletzungen im Allgemeinen zu den häufigeren Laesionen zählen, von welchen das Auge getroffen wird. Der Aetzkalk, d. h. ungelöschter Kalk, wird nur in fester, Kalkhydrat meist in flüssiger Form verarbeitet. Deshalb werden die durch das letztere veranlassten Schädigungen die aus dem ersteren resultirenden an Frequenz unzweifelhaft übersteigen. Zu dem kommt, dass der Aetzkalk wegen seiner enormen Zerstörungskraft von dem Arbeiter mit viel grösserer Vorsicht gehandhabt wird, als das Kalkhydrat.

In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, dass die durch ungelöschten Kalk erzeugten Laesionen im Grunde nur als Verbrennungen angesehen werden dürfen, also als ein Process, der in seiner Verderblichkeit auf das Auge nicht blos schon in alten Zeiten gekannt war, so genau gekannt war, dass man ähnliches zu differenziren vergass, sondern auch in der Neuzeit detaillirte und genaue Bearbeitungen gefunden hat. Eine der vorzüglichsten Schilderungen gibt Stellwag*). Der Vollständigkeit halber mag einiges daraus hier seinen Platz finden.

„Die Wärme wirkt je nach dem Erhitzungsgrade des die Cornea berührenden Körpers in verschiedener Weise. Minder hohe Hitzegrade, wie die des Wassers, haben einfache Coagulation der Grundsubstanz zur Folge. Höhere Wärmegrade, die Hitze einer glühenden Kohle, glühender oder geschmolzener Metalle u. s. w. bleiben bei der einfachen Coagulation nicht stehen, sie zersetzen die organischen Gebilde unter Entbindung brenzlicher Gase und Zurücklassung eines durch thierische Kohle mehr weniger dunkel gefärbten Schorfes. Aber nicht allein das von dem berührenden Körper gebundene Wärmequantum, auch die Zeitdauer seiner Einwirkung ist von der höchsten Wichtigkeit in Bezug auf die Ausbreitung und Intensität der gesetzten Zerstörung . . . . . Ist durch minder hoch erhitzte Körper und nur durch kurze Zeit die Cornea betroffen worden, so beschränken sich die unmittelbaren Folgen gewöhnlich nur auf die Epithelschicht, welche sich augenblicklich im ganzen Bereich der Wirksamkeit des Mittels trübt. Es injicirt sich unter heftigen Schmerzen die Conjunctiva und namentlich das subconjunctivale Gewebe, beide schwellen an und es stellt sich binnen Kurzem eine wässrige Exsudation unter das getrübte Epithel der Cornea ein. Durch diese Ausschwitzung wird das Epithel emporgehoben, und es kommt nun bezüglich der weiteren Folgen auf den Grad der Resistenz an, den das Oberhäutchen durch die Coagulation der eiweiss-

*) Carl Stellwag von Carion, Die Ophthalmologie vom naturwissenschaftlichen Standpunkt bearbeitet. 2 Bde. 1. Bd. Freiburg (Herder) 1853. 2. Bd. Erlangen (Enke) 1858.

haltigen Substanz, die die Epithelzellen nicht nur erfüllt, sondern auch als Intercellularsubstanz zusammenhält, erlangt hat . . . . . Haben höhere Hitzegrade auf die Cornea gewirkt, oder war die Zeitdauer der Einwirkung eine längere, so beschränkt sich die Coagulation nicht mehr auf die blosse Epithelialschicht, sie greift tiefer, die eiweisshaltige Grundsubstanz mehrerer Corneallamellen wird nebst dem Epithel zum Absterben gebracht, die Hornhautsubstanz wird auf grössere Tiefe weiss, trüb, die Reactionserscheinungen in der Conjunctiva sind heftig, die Bindehaut röthet sich im hohen Grade und schwillt wallförmig um die Cornea, die Schmerzen sind wüthend und nicht selten etablirt sich Fieber. Nun beginnt der Exsudationsprozess. Die verbrühte Masse wird durch wässrige Ausschwitzung in ihren hintersten Schichten erweicht, breiig, während die vorderen Schichten vertrocknen, schrumpfen, und endlich stösst sich der Schorf ab, worauf ein vertieftes Geschwür mit trübem, infiltrirten Grunde und Umfange zurückbleibt . . . . . In den Fällen, in welchen die höchsten Hitzegrade auf die Cornea eingewirkt haben, wird gewöhnlich die letztere in grösserer oder geringerer Ausbreitung und meist ihrer ganzen Dicke nach in einen braunen oder schwarzen, trocknen, rissigen Schorf verwandelt, der nicht selten schon im Augenblicke der Verbrennung durch den angeregten Muskelkrampf und die sofort in hohem Grade gesteigerte Druckkraft der Contenta des Augapfels losgerissen und wohl auch gleichzeitig mit Linse und Glaskörper auf weite Distanzen hervorgeschleudert wird. . . . . Gemäss dem hohen Grade der schädlichen Potenz und der stets mehr weniger ausgebreiteten Zerstörung sind auch die weiteren Folgen sehr bedauerliche, es entwickelt sich gewöhnlich unter heftigem Fieber Panophthalmitis, welche nicht selten in Brand übergeht, jedenfalls aber durch Vereiterung Phthise des bulbus herbeiführt, und in unglücklichen Fällen selbst durch Vorwärtsschieben der Entzündung auf das Gehirn das Leben gefährden kann."

Für meine eigenen Untersuchungen diente als Versuchsthier das Kaninchen, einmal, weil es aus äusseren Gründen für mich am leichtesten zu beschaffen war, sodann weil das Auge des Kaninchens ausserordentlich vulnerabel, auf jede Verletzung fein und sicher reagirt. Bevor ich jedoch zur Schilderung der Experimente selbst übergehe, muss ich mit zwei Worten der Anatomie der Kaninchen-Hornhaut bezw. Bindehaut gedenken. Es geschieht das aus dem Grunde, weil ich, da mir eine Monographie des Kaninchenauges oder anderes passendes Litteratur-Material nicht zur Verfügung stand, selbst die anatomischen Studien zu machen gezwungen war, und mich daher auch zur Publication des Gefundenen für berechtigt halte. Uebrigens dürfte sich diese flüchtige anatomische Skizze im Interesse des Verständnisses für das später Folgende direct als nothwendig erweisen.

Die Augäpfel eines frisch getödteten Kaninchens werden für etwa zwölf bis vierzehn Tage (längere Zeit ist, um der Hornhaut eine schneidbare Härte zu geben, kaum nothwendig) in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt, welche, falls die Augäpfel nach der Enucleation in Wasser gründlich abgespült wurden, nicht erneuert zu werden braucht. Um dieselben ordentlich auszuwässern, wurden sie dann für zwei bis drei Tage in täglich öfter zu erneuerndes frisches Wasser gebracht. Die Hornhäute wurden dann mit Erhaltung eines 1—2 mm breiten scleralen Ringes ausgeschnitten, in sogenannte Klemmleber (gehärtete Amyloidleber) eingepresst und mit dem Microtom geschnitten. Flachschnitte wurden mit dem gewöhnlichen Rasirmesser angelegt. Als Färbemittel wurden Carmin, Picrocarmin und Haematoxylin benützt. Für die Darstellung des Epithels verdient das erstere den Vorzug; das letzte für die des stratum proprium; in gleicher Deutlichkeit präsentiren sich Epithel und strat. propr. in den mit Picrocarmin gefärbten Präparaten. Als Einschlussmittel dienten Kali aceticum, Sandaraklack, Glycerin und Canadabalsam; letztere beiden schienen auch hier ihren alten Ruf am besten zu bewähren.

Man trennt die Hornhaut des Kaninchens analog der des Menschen in fünf Schichten, 1) das Epithel, 2) die vordere Basalmembran (Bowman'sche Membran), 3) das eigentliche

Hornhautstratum, 4) die hintere Basalmembran (Descemet'sche M.), 5) das Endothel. Das Epithel ist ein geschichtetes, das, wie an der äusseren Haut, aus drei Schichten, der Hornschicht, Schleimschicht und Cylinderschicht besteht. Die unterste Lage, die Cylinderzellen, auch Fusszellen genannt, sind nur einfach vorhanden. Es sind langgestreckte Zellen (Breite : Höhe = 1 : 3) mit grossem, meist ovalen Kern; ihre Form ist nicht streng cylindrisch, insofern die einen nach oben, die andern nach unten an Umfang zunehmen, die dritten nach beiden Richtungen hin breiter werden und nur in der Mitte schmal und schlank sind. Auf ihnen liegt eine Zellenschicht, deren Form sich lediglich nach der durch die Fusszellen bedingten Räumlichkeit richtet, mit andern Worten, lediglich dazu bestimmt, die Lücken und Fugen, welche die Fusszellen an ihrer oberen Seite entstehen lassen, auszufüllen. Dem zu Folge kann bei ihnen von einer bestimmten, vorherrschenden Form keine Rede sein. Auf sie folgen Zellen in grösserer Schicht, deren Gestalt im Allgemeinen als polygonal bezeichnet werden kann, sie sind von mittlerer Grösse und mit mässig grossem Kern ausgestattet; Farbstoffe nehmen sie weniger gut auf als die Fusszellen. Sie bilden die eigentliche Masse des Epithels. An sie schliessen sich, schon den peripheren, äusseren Theil der epithelialen Bedeckung ausmachend, Zellen, welche, an Gestalt den vorigen ähnlich, nur sie an Grösse übertreffend, durch eine scharf hervortretende Riffelung ausgezeichnet sind. Bei Flächenschnitten frischer Präparate sieht man die Zellen dieses Genres getrennt durch helle Linien, die wie äusserst schmale, spaltförmige Zwischenräume erscheinen. An versilberten Hornhäuten ist die Zwischensubstanz schön schwarz gefärbt und zieht in Rosenkranzform zwischen den Zellen hin. Daraus geht hervor, dass die Riffelungen keineswegs dazu bestimmt sind, in einander zu greifen und dadurch dem Zellenbau ein festeres Gefüge zu verleihen. Noch weiter nach der Oberfläche zu werden die Zellen platter und verlieren die Riffelungen; schliesslich werden sie so platt und dünn, dass der Kern in Profilansicht nach einer Seite vorspringt. In gleichem Verhältnis zur Plattheit nimmt die Grösse der Zelle zu.

Das stratum proprium zeigt den bekannten lamellären Bau. Die Lamellen ziehen einmal parallel der Oberfläche und zwar sowohl in sagittaler als horizontaler und schiefer Richtung, sodann schief gegen die Oberfläche gestellt, so dass sie gewissermassen ein Geflecht darstellen. Die einzelnen Lamellen sind mit einander durch eine Zwischensubstanz verbunden; sie bestehen wieder aus einzelnen Fasern, welche gleichfalls durch eigene Zwischensubstanz an einander gefügt werden. Jede Faser lässt sich in Fibrillen zerlegen. In der Zwischensubstanz breitet sich ein Canalsystem aus, das sogenannte Saftlückensystem, in ganz ähnlicher Weise, wie es auch im gewöhnlichen Bindegewebe vorhanden ist. Seine Darstellung erfordert eine besondere Technik. In das Auge eines narcotisirten Kaninchens werden einige Tropfen einer 0,5 procentigen Lösung von argentum nitricum instillirt. Nach einigen Minuten hat sich die Hornhaut getrübt (diese Trübung erstreckt sich jedoch nur auf die oberste Lage des Epithels). Mit einem scharfen kleinen Scalpell wird nun die getrübte Schicht abgeschabt, worauf sich die Hornhaut wieder im alten Glanze präsentirt. Dieser Gang des Abschabens wird so lange wiederholt, bis man sicher ist, das ganze Epithel entfernt zu haben. Dann wird von neuem von der Silberlösung eingeträufelt; die Hornhaut wird weissgrau, bezw. dort, wo sie grellem Licht ausgesetzt war, missfarbigbraun. Die ganze Procedur erfordert etwa eine Zeit von 15 Minuten. Das Thier wird darauf getödtet, die Hornhaut ausgeschnitten, in Salzwasser abgespült und dann in eine 0,1 procentige Essigsäurelösung eingelegt, in welcher sie 24 Stunden liegen bleibt; die Essigsäurelösung wird dem Licht ausgesetzt. Die Hornhaut ist dann dunkelbraun und so stark gequollen, dass sie sich ohne grosse Mühe in einzelne Lamellen spalten lässt. Nach dem Vorgange von Stricker wird dazu parallel der Oberfläche mit einem sehr scharfen Messer ein Einschnitt gemacht und die obere Lamelle mit einer am besten ungezähnten, fest schliessenden Pincette abgezogen. Die abgezogene schwarzbraune Lamelle wird in Glycerin eingeschlossen; eventuell kann man sie vorher in eine Färbeflüssig-

keit einlegen, doch ist davon abzurathen, da die Deutlichkeit des Bildes darunter sehr leidet.

Daneben habe ich auch von einer anderen Methode Gebrauch gemacht. Der enucleirte Augapfel wird für zwei Stunden und länger (bis zu 24 Stunden) in eine 0,5 procentige Lösung von Silbernitrat gebracht, nachdem vorher das Epithel warmen Wasserdämpfen ausgesetzt und mit einem in eine einprocentige Kochsalzlösung eingetauchten Pinsel entfernt worden war. Nun kann man mit dem Rasirmesser Flachschnitte anfertigen und diese wie gewöhnlich in Glycerin einbetten — ein Verfahren jedoch, welches ich nicht gutheissen kann, denn man vereinigt in einem Schnitt zu viele verschiedene Ebenen — oder man kann die Hornhaut ausschneiden, in eine 0,1 procentige Essigsäurelösung einlegen und im Uebrigen wie oben verfahren. Im Ganzen steht diese Methode hinter der ersteren zurück; man erhält nie so vollkommene Bilder, das Canalsystem nie so marquant ausgeprägt, wie bei jener. Nach Waldeyer liegt wohl darin der Grund, dass ein gewisser Füllungsgrad des Canalsystems im Augenblick der Silberwirkung vorhanden sein muss, eine Forderung, welcher das todte Auge nicht wie das lebendige genügen kann.

Bringt man die oberste (dem Epithel zunächst liegende) Lamelle einer versilberten Hornhaut unter das Microscop, so sieht man bei schwacher Vergrösserung (Zeiss Obj. A., Ocul. II.) eine dunkelbraun gefärbte Fläche, in welcher kleine helle Sternchen von unregelmässiger Gestalt eingesprengt sind. Das Grössenverhältnis dieser ungefärbten Lücken zur umgebenden Gewebssubstanz schwankt im Centrum zwischen 1 : 4—5, vom Centrum nach der Peripherie nimmt dieses Verhältnis ab, ebenso von der epithelialen zur endothelialen Fläche; in der letzten Lamelle (dem Endothel anliegend) verhalten sich schliesslich Lücken zu Gewebsbalken wie 1 : 1, ja selbst wie 2 : 1. Die Spitzen der Sterne ziehen sich zu langen Aestchen aus, welche in einander übergehen. Bei stärkerer Vergrösserung (Zeiss Obj. D. od. F., Ocul. II.) ändert sich das Bild; aus den Sternchen werden polymorph gestaltete Lacunen, die durch enge Gänge mit einander

communiciren. Unterzieht man ein solches Silberpräparat einer nochmaligen Färbung, z. B. mit Haematoxylin, so überzeugt man sich, dass die Lücken mit sternförmigen Zellen besetzt sind. Es gelingt jedoch selten, auf diese Weise ein anschauliches Bild von den Zellen, den fixen Hornhautkörperchen, zu bekommen. Für ihre Darstellung eignet sich vielmehr die Behandlung der Hornhaut mit Goldchlorid*). Die Hornhaut eines frisch getödteten Kaninchens wird in eine 0,5 procentige, etwas angesäuerte Lösung von Goldchlorid für etwa 30 Minuten eingelegt, bis eine strohgelbe Färbung eingetreten ist. Alsdann wird sie ausgewaschen und kommt in eine Mischung von 1 Theil Ameisensäure und 1 Theil Amylalcohol auf 100 Theile Wasser. Die Mischung wird dem Licht ausgesetzt. Sobald die Reduction eingetreten, färbt sich die Hornhaut dunkelbraunviolett. An den Flachschnitten erscheinen die Zellen breit mit vielfachen verästelten Fortsätzen versehen, in den Querschnitten dagegen spindelförmig mit nur zwei Fortsätzen ausgestattet, die Gewebsbalken ihrer Gestalt entsprechend gleichsam aus einander drängend.

Neben den fixen Hornhautkörperchen finden sich in dem Saftlückensystem bekanntlich auch Rundzellen, (Wanderzellen, weisse Blutkörperchen) freilich im Verhältnis zu jenen in sehr beschränkter Anzahl. Ueber ihre Localisation lässt sich ebensowenig als bei den fixen Zellen eine Angabe machen; wie diese finden sie sich überall, sowohl in der Nähe des Epithels als des Endothels, sowohl im Centrum als in der Peripherie der Hornhaut. Nie jedoch werden sie zu Paaren oder zu Häufchen aggregirt angetroffen, sondern immer nur vereinzelt. Eine Ausnahme von letzterer Regel bilden die Ecken der Hornhaut bezw. ihre Grenze gegen die Sclera, unmittelbar dort, wo die membrana Descemeti sich auflockert; da finden sich immer kleine Ansammlungen von Rundzellen vor. Zur Darstellung der Rundzellen verwendet man am besten die Färbung mit Picrocarmin und Einbettung in salzsäurehaltigem Glycerin. (Die Gewebsbalken werden blass,

*) Nach Orth, Dr. Joh., Cursus der normalen Histologie. Berlin. Hirschwald 1881.

die Zellen bleiben roth.) Die vordere wie die hintere elastische Membran sind wohl nur verdichtete Lamellen des eigentlichen Hornhautparemchyms.

Schliesslich noch die Notiz, dass ich auch von der Leber'schen Methode, das Saftlückensystem der Hornhaut zur Anschauung zu bringen, Gebrauch gemacht habe. Die Schnitte bezw. Lamellen werden für einige Minuten in eine einprocentige Lösung von ferrum sulfuricum eingelegt, ausgewaschen, in eine solche von kalium ferro-cyanatum flavum gebracht, abermals ausgewaschen und in Glycerin untersucht. Die Silberbilder sind unzweifelhaft viel deutlicher und prägnanter.

Die Conjunctiva, welche je nach ihrer Lage, in die Conjunctiva bulbi, fornicis, palpebrarum et palpebrae tertiae zerfällt, besteht im Wesentlichen aus Bindegewebe und Epithel. Das Epithel ist die unmittelbare Fortsetzung des Cornealepithels, es ist ein geschichtetes Pflasterepithel, das sich im Uebrigen von jenem garnicht unterscheidet. Das Bindegewebe im Bereiche des bulbus gehört zu der Gattung des formlosen, doch nicht durchweg; an der inneren Grenze, also nach der Bulbusseite zu, wird es ein geformtes, dessen Züge meridional von der Cornea bis in den fornix verlaufen, von wo sie nicht weiter zu verfolgen sind. Die Conjunctiva der Lider setzt sich aus formlosem und geformtem Bindegewebe zusammen, letzteres herrscht ausschliesslich am Tarsus vor, wo es sich zu einem schmalen Bande verdünnt, das nur den Zweck zu haben scheint, eine Stützlage für das Epithel abzugeben. Während die Bindehaut der Lider glatt und eben ist, ist die des Augapfels in Falten gelegt; die Faltungen erreichen in unmittelbarer Umgebung der Cornea eine solche Höhe, dass sie tiefe Buchten zwischen sich entstehen lassen; stellenweise werden sie zu villösen Zotten. Von der Cornea nach dem fornix zu nehmen die Falten an Höhe ab. Die palpebra tertia enthält als Stützgerüst eine hyaline Knorpelplatte, um welche eine Einfassung von Faserknorpel gelegt ist. Das Ganze wird von Conjunctiva eingehüllt, die am meisten der Conjunctiva palpebrarum gleicht.

Um den Leser nicht durch einfaches Citiren der Versuchsprotocolle zu ermüden, ihm aber auf der andern Seite die Lebendigkeit und Anschaulichkeit der Bilder nicht durch blosses Referiren der gefundenen Thatsachen zu rauben, werde ich in der nun folgenden Schilderung meiner Experimente immer nur einzelne Musterfälle herausgreifen und des näheren specialisiren. Am 25. 10. 83, Nachmittags 3 Uhr 10 Minuten werden einem kräftigen Kaninchen einige Tropfen einer Kalkmilch, welche aus 20,0 Calciumoxyd auf 100,0 Wasser bereitet war, in beide Augen eingeträufelt. Die Kalkmilch wurde, wenn nicht ausdrücklich eine Aenderung vermerkt ist, immer in dieser Concentration verwendet. (Gosselin schnitt behufs besserer Beobachtung vorher immer die palpebra tertia aus. Heute, wo wir durch die Narcose in den Stand gesetzt sind, den Versuch für das Thier vollständig schmerzlos zu machen, dasselbe also auch nicht durch brüske Bewegungen der Augäpfel und Lider das Experiment stören kann, ist eine solche Excision nicht mehr nothwendig. Die Conservirung der Nickhaut ist im Interesse der Erhaltung möglichst normaler Verhältnisse sogar direct geboten.) Die Kalkmilch wird 7 Minuten lang mit der Vorderfläche des bulbus im Contact gelassen. Die Zeit genügt, um beträchtliche Störungen zu schaffen. Die Conjunctiva ist in ihrer ganzen Ausdehnung geschwellt; die Schwellung ist um so bedeutender, je lockerer das subconjunctivale Bindegewebe ist. Hart am Lidrand ist sie daher wegen der festen Verbindung mit dem Tarsus am geringsten; nach rückwärts nimmt sie allmählich an Umfang zu, die Uebergangsfalte zeigt sich auf ein derartiges Volumen gebracht, dass sie bei Ectropionirung des Lides sich in Gestalt eines breiten, ringförmigen Wulstes hervordrängt. Dieser Wulst setzt sich unmittelbar in die durch seröse Infiltration stark aufgetriebene Conjunctiva bulbi fort. Die Oberfläche der Schleimhaut ist missfarben; die Intensität der Verfärbung geht mit der Schwellung Hand in Hand. In unmittelbarer Nähe des Lidrandes ist sie eine weisslichgraue, dahinter schwankt sie zwischen einer schmutziggelblichen und schmutziggrauen, bis sie allmählich dunkler werdend auf der Höhe des Uebergangswulstes in ein schmutziges Grün übergeht. Diese

Verfärbung ist jedoch keine gleichmässige. Es giebt Stellen, deren Aussehen sich dem normalen nähert. An diesen gewahrt man kleine rothe Pünktchen, die sich beim näheren Zusehen als Ecchymosen erweisen, hie und da auch ein ectasirtes Blutgefäss. Vom Fornix zur Cornea hin nimmt die Verfärbung wieder ab, und zwar sehr schnell. Das Aussehen der Conjunctiva bulbi ist zum grössten Theil blassgelblich, fast farblos. Die Verfärbung ist nicht bedingt durch ein aufgelagertes Exsudat, sondern durch in der Schleimhaut selbst stattgehabte Veränderungen, wie man sich durch leises Bestreichen derselben mit dem Finger oder mittelst eines Pinsels überzeugen kann. In der Nähe des Lidrands ist die Conjunctiva prall und gespannt, allmählich wird sie lockerer; an der Uebergangsstelle ist sie höckrig, unregelmässig gefurcht und von sulzigem, gallerartigen Character. Die Conjunctiva des Augapfels ist eben, weich und schwammig. Die Secretion ist nicht verändert. Die palpebra tertia, in deren Schleimhaut grosse Gefässstämme sichtbar sind, zeigt sich weniger stark in Mitleidenschaft gezogen; nur die freie Kante ist in eine schmutziggrünliche, sulzige Masse verwandelt. (Diese geringere Laesion ist wohl allein dem Umstande zuzuschreiben, dass die membrana nictitans durch einen Lidhalter vor ausgedehnter Einwirkung der Kalkmilch geschützt wurde.) Die Hornhaut ist diffus grau getrübt. Die Trübung ist eine durchaus gleichmässige. Sie entspricht dem Aussehen des Milchglases, oder um ein Beispiel aus der Pathologie des Auges zu wählen, der bei der Keratitis interstitialis diffusa zu beobachtenden Trübung, nur ist sie viel gleichmässiger und intensiver.

Das linke Auge wird durch einen Heftpflasterverband fest verschlossen, das rechte sich selbst überlassen. Die Fortsetzung der Schilderung nimmt nur auf letzteres Bezug.

Eine Stunde später ist der Befund an der Conjunctiva unverändert derselbe. Die Hornhaut dagegen ist viel intensiver und weisser verfärbt; die Trübung ist jetzt porzellanartig.

Den 26. 10. 83, früh 11 Uhr. Die Lider sind geschwollen und geröthet. Die Conjunctiva ist in toto stark oedematös.

Das Oedem ist namentlich mächtig im Bereich der membr. nictit., so zwar, dass sie sich als besondere Falte gar nicht mehr nachweisen lässt, sondern einen unförmigen Wulst bildet, der ohne Grenzandeutung in die Conjunctiva palpebrarum übergeht. Das missfarbene Aussehen der letzteren hat der grauen, trüben Verfärbung Platz gemacht, wie sie einer oedematös aufgetriebenen Schleimhaut eigen ist. Nur auf der Höhe des Walles sind einzelne, allerdings kräftig ectasirte Blutgefässe sichtbar. Der den Lidrändern unmittelbar anliegende, straffe, vom Oedem nicht heimgesuchte Streif ist übersät mit kleinen punktförmigen Blutextravasaten, die sich nach dem äusseren Augenwinkel zu, wo das Oedem etwas geringer ist, auch auf die übrige Schleimhaut fortsetzen, während sie in der Mitte und nach innen mit der oedematösen Erhebung scharf abschneiden. Dadurch erhält der äussere Theil des Auges ein stärker geröthetes Aussehen, als der innere. In der Secretion keine Abnormität. An der Cornea keine Veränderung.

Den 27. 10., Nachmittags 4 Uhr. Schwellung und Röthung der Lider ist mehr als am Tage zuvor ausgeprägt. Die Lidspalte ist verklebt. Beim Oeffnen derselben dringt ein molkiges, schleimigeitriges Secret heraus; dasselbe bedeckt vollständig Conjunctiva und Cornea. Nachdem es mittelst einer Kalkwasserdouche abgespült ist, ergibt sich, dass die oedematöse Auftreibung um ein Weniges zurückgegangen ist. Die Cornea weist an verschiedenen Stellen kleine Epithelabschilferungen auf und erhält dadurch eine etwas unebene Oberfläche.

Den 29. 10., Nachmittags $2^1/_2$ Uhr. Das obere Lid ragt über das untere hinweg, es ist heiss, dick und schwer. Letzteres ist mit borkigen Massen und schleimigeitrigem Secret bedeckt. Conjunctiva und Cornea sind von schleimigflockigen Massen eingehüllt; nachdem sie abgespült sind, präsentirt sich auf der Conjunctiva abermals ein weisser, gleichmässiger Belag. Dem unteren Lid ist er eingelagert, dem oberen mehr aufgelagert, so dass er von letzterem in membranösen Fetzen abgezogen werden kann. Darunter zeigt sich die Schleimhaut theils stark injicirt, mässig geschwellt und mit zahlreichen kleinen Blutpunkten besetzt, theils noch mit einem feinen, grauen Schleier überzogen. Die oedematöse Auftreibung der

Conjunctiva ist bis auf den Canthus internus sehr zurückgegangen.

Die Peripherie der Hornhaut hat sich etwas aufgehellt, sie erscheint grauschwärzlich; die centrale Partie zeigt das frühere, weisse, porzellanartige Aussehen, doch ist sie nicht mehr gleichmässig. Das untere Drittel macht den Eindruck, als ob es in grösserer Tiefe getrübt wäre, bezw. als ob hinten an der Hornhaut ein anderer weisser Körper sich angelegt hätte. (Hypopion?)

Den 30. 10., Nachmittags 3 Uhr. Befund an den Lidern und der Conjunctiva unverändert. Die Aufhellung der Hornhaut von der Peripherie her macht weitere Fortschritte. Der hinten der Cornea anliegende Körper ist an Ausdehnung gewachsen; er reicht bis zur Mitte der Membran. Von einer Ulceration ist noch keine Spur zu erkennen.

Den 31. 10., Nachmittags 4 Uhr. Nachdem das Auge von den bedeckenden eitrigen Secretmassen gereinigt ist, zeigt sich, dass die Hornhaut unten, hart an der Sclera, in beträchtlicher Breite geschwürig perforirt ist. Die Iris ist prolabirt. Das Thier wird sofort getödtet.

Am 29. 10. hatte sich der Heftpflasterverband des linken Auges so gelockert, dass ich aus Furcht, er möchte seinen Zweck, ein Occlusionsverband zu sein, verfehlen, ihn vollständig löste, um einen neuen anzulegen. Wie gross war mein Erstaunen, als ich von dem Auge nur noch einen Stumpf vorfand. Der Entzündungsprozess hatte also bei gleicher Intensität der schädlichen Potenz hier seine deletären Folgen viel rascher zur Entfaltung gebracht. Daraus glaubte ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Kalkimbibition der Hornhaut an und für sich schon genügt, um eine eitrige Entzündung in derselben anzufachen; dass also der Zutritt septischer Stoffe von aussen in von Epithel entkleidete Stellen zur Erzeugung der suppurativen Keratitis nicht nothwendig ist.

Die an den einzelnen Tagen geschilderten Status, sowie die Dauer des bis zur Abscedirung der Hornhaut währenden Verlaufs werden selbstverständlich nicht bei allen Versuchen genau dieselben sein; die niemals genau abzuwägende Schwere der Verletzung, die Constitution und das Alter des Versuchs-

thieres, und andere äussere Verhältnisse bedingen in jedem einzelnen Falle Veränderungen, denen für die Beurtheilung der Folgen Rechnung getragen werden muss.

Um über die Localisation des Kalkes in der Hornhaut und über die durch ihn in derselben, abgesehen von den entzündlichen Reactionserscheinungen, angerichteten Störungen näheren Aufschluss zu bekommen, wurden die Augen eines Kaninchens auf die oben angegebene Weise mit Kalkmilch behandelt. Nach 24 Stunden wird das Thier getödtet; die bulbi werden enucleirt und in Kalkwasser abgewaschen; von der Hornhaut des einen werden Querschnitte, von der des andern Flachschnitte angefertigt.

a. Querschnitte. Das Epithel ist meist umgeschlagen, oder es ist völlig abgelöst von dem stratum proprium, und liegt diesem selbst auf. Es ist durchzogen von einem Netz von Bruchlinien; selten ist es in seiner ganzen Tiefe noch unversehrt; meist fehlt die oberste Schicht, die sich entweder glatt oder unregelmässig zackig abgehoben hat, so dass nur Epithelialfetzen an solchen Stellen zurückgeblieben sind. Die Festigkeit der Verbindung, sowohl der Zellen unter einander, als auch der der Fusszellen mit der membrana Bowmani scheint also bedeutende Einbusse erlitten zu haben. Offenbar ist die Kittsubstanz durch das Kalkhydrat alterirt worden. Diese Eigenschaft des Kalkhydrats, die Kittsubstanz der Gewebe zu lösen, wird übrigens schon lange in der microscopischen Technik verwerthet. Um Bindegewebe in seine einzelnen Fibrillen zu zerlegen, thut man dasselbe für einige Tage in Kalkwasser; letzteres zerklüftet die Fasern in seine Componenten. Bekanntlich ist Kalkwasser auch ein vortreffliches Lösungsmittel von diphtheritischen und Croup-Membranen. — Die Imbibition des Epithels mit Kalk ist keine gleichförmige; an manchen Stellen ist sie sehr intensiv, und solche Partien sind dunkelschwarzgrau, an andern ist sie weniger ausgesprochen, sie sehen hellgrau aus, an dritten endlich fehlt sie ganz. Diese Ungleichheit hängt zum Theil damit zusammen, dass bei der Instillation der Kalkmilch in das Auge des lebenden Thieres nicht alle Theile der Hornhaut immer von gleichviel Flüssigkeit bespült werden; die tieferen werden

immer stärker infiltrirt werden können, als die höheren; die Haltung des Kopfes wie die Stellung des Augapfels werden dabei zu berücksichtigen sein. Zum anderen Theil ist jene Ungleichheit auch nur die Folge der mit der Praeparation der Schnitte verbundenen vielfachen mechanischen Insulte.

Jede einzelne Zelle ist eingehüllt von einer Kalkschale. Die Oberflächen dieser Schalen sind nicht räumlich von einander geschieden, sondern fliessen zusammen, so dass man auf weitere Strecken hin nichts wahrnimmt, als eine dunkle, schwarzgraue, körnige Masse. Zuweilen sind aber kleinere Platten aus dem Ganzen herausgesprengt; das Bild bietet ein mehr lacunäres Aussehen dar. Für die Deutung der microscopischen Details sind nur die letzteren Bilder zu verwerthen. In den Lacunen sind die Zellen, entsprechend ihrer Vereinigungsstelle mit den Nachbarzellen, von einem körnigen Ringe umgeben; ihrer Oberfläche liegen hie und da einzelne Kalkconcremente auf. Die Zellen selbst sind körnig getrübt, sie sind weniger prall, als normal, manchmal unregelmässig eckig, gleich als ob sie ihren Turgor verloren hätten. (Wasserverlust.) Die Heilwirkung des Kalkwassers beruht ja auch nur auf seiner austrocknenden (adstringirenden) Eigenschaft auf secernirende Flächen. In dem stratum proprium ziehen parallel und neben den Gewebsbalken dunkle körnige Linien. Diese Linien sind nichts anderes, als die zwischen den Balken liegenden, mit Kalk vollgepfropften Lymphräume. Manchmal sind sie unterbrochen, dann kurze Säulchen darstellend; manchmal sieht man nur einzelne wenige Körner in die Saftlücken eingelagert, zuweilen aber auch wieder dunkle körnige Spindeln, wenn die Lücken aus einander weichen. Im Ganzen richtet sich die Form der Kalkinfiltrate ganz nach der der Saftcanäle. Nicht überall jedoch ist das Bild von dieser Regelmässigkeit. Häufig ist von einer lineären Anordnung nichts wahrzunehmen. Die Körnchen liegen in grösseren Massen bei einander; es macht den Eindruck, als ob der Kalk in den Lymphcanälen unter einem gewissen Drucke gestanden hätte, und auf den Schnittpräparaten nun nach beiden Seiten hervorgequollen wäre. Die Infiltration ist eine über das ganze stratum proprium ziemlich gleichmässig ver-

breitete; nur an der membrana Descemeti scheint sie mit einer scharfen Grenze Halt zu machen. Doch scheint dies nur so, weil die Dichte der Infiltration von hier ab eine sehr geringe ist. Auf beiden Seiten ist die Membran von einer freilich sehr zarten Kalklinie eingefasst, so dass sie den Eindruck eines schwarz gesäumten Bandes hervorruft. In ihr selbst finden sich nur vereinzelte, wenige Concremente, über deren Anordnung nichts genaueres ausgesagt werden kann, weil die Structur der Membran bei dieser Art der Präparation sich dem Auge verbirgt. An Präparaten, in welchen zufälliger Weise die Infiltration der membrana Descemeti etwas stärker ausgefallen ist, lässt sich die Anordnung der Kalkkörnchen wohl als eine lineäre, zur Hornhautoberfläche parallele bezeichnen; jedenfalls ist sie nicht gegentheilig d. h. senkrecht zu letzterer.

b. Flachschnitte. Das Epithel bietet dieselben Verhältnisse, wie sie beim Querschnitt bereits geschildert wurden. Interessanter ist das Bild des Stratum proprium. Wir wissen, dass dieses sich auf Flachschnitten als ein Maschenwerk präsentirt, dass die Maschen von der epithelialen zur endothelialen Seite an Grösse zunehmen, dass ihre Gestalt eine sternförmige bezw. unregelmässig lacunäre ist, und dass sie mit einander in Communication stehen. A priori lässt sich also erwarten, dass die in der Hornhaut abgelagerte Kalkmasse sich in diesen Maschenräumen aufhalten und bewegen wird. In der That ist dem so. Man sieht an passenden Bildern, welche allerdings nicht immer ganz leicht zu beschaffen sind, dass das Lückensystem mit Kalkconcrementen angefüllt ist, oder an den Stellen, wo nur weniger Kalk hingelangt oder wo er aus mechanischen Gründen ausgefallen ist, dass an den Wandungen der Lücken, d. i. an den Gewebsbalken selbst, die Körnchen anhaften. Aus naheliegenden Ursachen wird der Kalk im Centrum der vorderen Lamelle sich besser erhalten, als in den peripheren Partien der hinteren Schichten, wo er wegen der Weite der Räume eher ausfallen kann. Deswegen wird jenes auch immer die besten und deutlichsten, irrigen Ausdeutungen am wenigsten ausgesetzten Bilder liefern. Freilich kann die Infiltration hier auch wieder so mächtig sein, dass

man nur eine diffuse, in ihren Einzelheiten nicht mehr entwirrbare Kalkmasse vor sich sieht. Denn es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, dass, wenn ich sage, der Kalk befindet sich nur in den Saftlücken und die Gewebsbalken sind völlig frei von ihm, dies nur mit einer gewissen Reserve hinzunehmen ist. Die Gewebsbalken werden bekanntlich auf allen Seiten von Lymphe umspült, werden daher auch auf allen Seiten der Kalkumhüllung zugänglich sein. Wo die Infiltration eine sehr mächtige war, umkleidet sich jeder Gewebszug mit einem Kalkpanzer, der unmittelbar in die Ausfüllung der anstossenden Masche übergeht. Das Auge ist dann nicht im Stande, zwischen Gewebe und Lücken zu unterscheiden.

Die microscopische Präparationstechnik ist nicht ganz einfach und bedarf einer besonderen Besprechung. Da Kalkhydrat zum Theil in Wasser löslich ist, so ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, gewöhnliches Wasser, unter welcher Form es auch immer zur Verwendung gelangen soll, ob als Aufbewahrungs-, Wasch- oder Färbeflüssigkeit, zu vermeiden. Seine Stelle vertritt das Kalkwasser. Die Querschnitte werden in Kalkwasser ausgewaschen und in ebensolchem eingebettet unter das Microscop gebracht, wenn man es nicht vorzieht, sie vorher zu färben. Doch muss bei der Wahl des Färbemittels mit Vorsicht verfahren werden, da sich nicht jeder Farbstoff als dazu geeignet erweist. Die vorzugsweise von mir in Gebrauch gezogenen Färbemittel, Carmin, Picrocarmin, Hämatoxylin, Fuchsin haben sich als unbrauchbar herausgestellt, da sie mit Veränderung der Farbe in Kalkwasser ausgefällt werden. Mehr empfahl sich eine stark verdünnte Lugol'sche Lösung. Am besten bewährt hat sich das Saffranin; dasselbe färbt die Hornhaut blassrosa, die Kalkkörnchen tief braunroth; einem Uhrschälchen Kalkwasser werden etwa zwanzig Tropfen einer einprocentigen Saffraninlösung zugesetzt; die Schnitte bleiben eine bis zwei Minuten darin. Als Einbettungsflüssigkeit wurde Kalkwasser verwandt, weil sich eine andere, brauchbarere nicht auffinden liess. Kali aceticum löst das Kalkhydrat, ebenso Glycerin und angesäuertes Wasser; mit Sandaraklack gibt es einen klumpigen, gelbbraunen Niederschlag; Canadabalsam verbot sich seiner compli-

cirten Anwendungsweise wegen. Aus der Begierde des Kalkhydrats jedoch, die Kohlensäure der atmosphärischen Luft aufzunehmen und mit ihr unlösliches Kalkcarbonat zu bilden, resultiren bei der Verwendung des Kalkwassers zu den eben geschilderten Zwecken zwei Unzuträglichkeiten. Einmal werden die Schnitte, wenn man sie in grösserer Anzahl in Kalkwasser gebracht hat und sie nicht sofort verarbeiten kann, kalkärmer. Denn das Wasser nimmt eine bestimmte Menge Kalkhydrat auf; fällt ein Theil des letzteren in der Form des kohlensauren Kalks aus, so wird es wieder für ein gewisses Quantum des in den Schnitten enthaltenen Kalkhydrats Lösungsmittel. Erneuert man nun wegen des äusserst störenden, in Form eines Häutchens auf der Aufbewahrungsflüssigkeit lagernden Kalkcarbonats dieselbe, so repetirt man denselben Fehlerturnus. Sodann bilden sich auch Niederschläge kohlensauren Kalkes in der Einbettungsflüssigkeit auf dem Objectträger selbst, entweder als kleine rhomboedrische Krystallchen oder krystallinisch, als kleinere und grössere, rundliche, der Kugelform sich nähernde, platte Partikelchen. Diese Niederschläge lagern sich über das Präparat weg und stören empfindlich die Deutlichkeit des Bildes. Dazu kommt, dass dem Kalkwasser durchaus keine aufhellende Eigenschaft innewohnt; nur mit Mühe vermag man sich in den Präparaten zu orientiren. Um allen diesen mit dem Gebrauch des Kalkwassers verbundenen Unbequemlichkeiten zu entgehen, habe ich ein anderes Verfahren eingeschlagen. Die Microtomschnitte wurden unmittelbar in eine Lösung von Ammoniumoxalat gebracht. Das Kalkhydrat verwandelt sich darin in oxalsauren Kalk, der nur in Salz- und Salpetersäure löslich ist. Nun kann natürlich beliebig mit gewöhnlichem Wasser operirt werden. Die Schnitte können mehrere Tage in der Lösung liegen bleiben, ohne die geringste Einbusse an Kalk zu erleiden. Als Einbettungsflüssigkeit kann jede der für gewöhnlich in Gebrauch stehenden Flüssigkeiten benützt werden. Ich habe dem Glycerin den Vorzug gegeben. Auf der andern Seite hat die Verwandlung des Kalkhydrats in oxalsauren Kalk auch ihre Schattenseiten. Die Krystalle bezw. krystallinischen Concremente scheinen grösser als die

von Kalkhydrat zu sein. Deswegen drängen sich die ursprünglich in die Gewebslücken eingelagerten Massen, als für diese zu voluminös, heraus und liegen auf dem Gewebe, anstatt in ihm. Dadurch wird das Bild zuweilen sehr undeutlich, in den Details kaum entwirrbar. Am besten ist es daher, beide Methoden nach einander zu versuchen.

Für die Anfertigung der Flachschnitte war das Verfahren folgendes. Die Kalkhydrat enthaltende Hornhaut einfach in eine Silberlösung zu legen, geht nicht an, da Silbernitrat mit Kalkhydrat einen braunen Niederschlag von Silberoxyd gibt, während der Kalk, durch die Salpetersäure in salpetersauren Kalk übergegangen, in Lösung bleibt. Deswegen wurde die Hornhaut zunächst in eine Lösung von oxalsaurem Ammoniak gebracht; nachdem sie abgewaschen worden, kam sie für etwa 5 Stunden in eine $0{,}5$ procentige Lösung von argentum nitricum; in kochsalzhaltigem Wasser abgespült, wurde sie in eine $0{,}1$ procentige Essigsäurelösung eingelegt, worin sie 24 bis 48 Stunden liegen blieb. Gewöhnlich ist letztere Zeit erforderlich, um eine ordentliche Quellung hervorzubringen — der infiltrirte Kalk scheint dieselbe zu verzögern. — Schliesslich werden die einzelnen Lamellen, wie schon beschrieben, abgezogen und in Glycerineinbettung unters Microscop gebracht. Lässt man den Augapfel intact und legt man die Schnitte mit dem Rasirmesser an, so empfiehlt es sich, den obersten Schnitt — Epitheldecke — von unten zu betrachten (verkehrte Seite). Dort ist das stratum proprium regelmässig an einzelnen Stellen mitgetroffen und es finden sich daselbst die klarsten, deutlichsten Bilder vor. — Die Leber'sche Methode hat mich vollständig im Stich gelassen.

Nachdem die microscopischen Untersuchungen längst beendet waren, stellte sich heraus, — ich komme später darauf zurück — dass der Kalk in die Hornhaut nicht als Kalkhydrat eindringt, sondern in der Form von Chlorcalcium, von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk. Wenn ich nichtsdestoweniger die Präparationsmethode des ausführlicheren besprochen habe, wie sie in Anwendung gezogen wurde, wie sie aber thatsächlich nicht in allen Stücken nothwendig ist, so geschah dies in der Ueberzeugung, dass die vorliegende

Arbeit nicht bloss den Zweck hat, fertige Resultate zu geben, sondern auch das Werden dieser Resultate zu schildern. Dem schliesst sich die Erwägung an, dass für gewisse Präparationsformen die Methode die gleiche geblieben ist, so z. B. können Flachschnitte nur auf dem Umwege der Verwandlung der eingelagerten drei Kalksalze in oxalsauren Kalk angefertigt werden; argentum nitricum gibt mit phosphorsaurem Kalk einen gelben Niederschlag von phosphorsaurem Silber, während salpetersaurer Kalk in die Lösung übergeht.

Die Kalkinfiltration der Conjunctiva schliesst sich eng an die der Cornea an. Das Epithel ist zum grössten Theil von einer dicken, schwarzen Kalkschale bedeckt; an den Stellen, an welchen sie aus irgend einem Grunde ausgebrochen ist, sieht man, dass es nicht mehr allerorts in seiner Vollständigkeit vorhanden ist. Die oberen Schichten sind meistens abgehoben; es ist unregelmässig zackig; nur selten bekommt man die deckende Lage intact zu Gesicht. Doch ist es nie auf die bindegewebige Unterlage umgeschlagen, wie bei der Hornhaut, auch ist es nicht rissig. Die Festigkeit der Intercellularsubstanz scheint also nicht so schweren Schaden, wie bei jener, genommen zu haben. Die Faltungen der Conjunctiva sind in der Kalkeinhüllung genau wiedergegeben; die Buchten sind nur da solid mit Kalkconcrementen ausgefüllt, wo sie schlauchförmig in das Gewebe hineinragen. Die Infiltration der einzelnen Zelle unterscheidet sich in nichts von der bereits früher bei der Hornhaut geschilderten; doch bietet sich des weiteren eine wichtige Differenz dar. Die Zellen sind nicht geschrumpft, sondern vielmehr glasig gequollen, so zwar, dass die Grenzcontouren sich mehr oder weniger verwischen (Oedem der Conjunctiva); manchmal kann der Contour einer Zelle nur durch den sie cernirenden Kalkkranz erkannt werden.

Da das Stratum proprium der Conjunctiva viel lockerer gebaut ist, als das der Cornea, so lässt sich von vornherein erwarten, dass die Kalkinfiltration geringerem Widerstand begegnen, dass sie also in der gleichen Zeit viel weiter vorgeschritten sein wird. In Wirklichkeit ist dem auch so, namentlich da, wo das Gewebe ein mehr formloses, lockeres

ist, also in der Conjunctiva bulbi. Dass die aus geformtem Gewebe bestehenden Züge die Kalkinfiltration doch etwas aufhalten, lässt sich aus den ihnen in der Regel vorgelagerten, dicken, dunklen Kalkstreifen erkennen. Die Einlagerung der Concremente beschränkt sich jedoch keineswegs auf das reine Bindegewebe, sie erstreckt sich auch auf die in dasselbe eingelagerten und auf die hinter bezw. unter der Conjunctiva liegenden Gebilde, als Knorpel (hyaliner und Faser-Knorpel), Haarscheiden, Muskeln u. s. w.

So wie das microscopische Bild der mit Kalk infiltrirten Hornhaut am ersten Tage nach der Verletzung war, so bleibt es, was die Kalkinfiltration als solche und die durch diese unmittelbar gesetzten Störungen anlangt, auch in den darauf folgenden Tagen. Wenigstens lassen sich weitere Veränderungen mit dem Microscop nicht verfolgen. Etwas anders steht's mit der Conjunctiva. Die Zellen werden mehr turgescent, durchscheinend blass; Kern nicht erkennbar, Grenzcontouren meist total verwischt; stellenweise sind sie dabei so stark körnig getrübt, dass man es eher mit einem Zellendetritus zu thun zu haben glaubt, als mit Epithel. Ausser der dem Tarsalknorpel aufliegenden Conjunctiva erstreckt sich die Abschilferung der obersten Schicht wohl auf die gesammte Epithelialbedeckung; die Abschilferung kann sich bis zu einer totalen Abstossung steigern. Die intensivsten Veränderungen finden sich stets in der Gegend der Uebergangsfalte, einer Oertlichkeit, welche wohl auch immer den grössten Insult auszuhalten hat.

Um die Folgen, welche die Kalkverletzung des Auges quoad Entzündung setzt, genauer zu studiren, empfiehlt es sich, das zu untersuchende Gewebe von dem Kalk wieder zu befreien. Einmal, um dem Auge die Durchmusterung des Präparats zu erleichtern, sodann, um den Beobachter vor Täuschungen, welche im andern Fall äusserst leicht unterlaufen können, zu bewahren, und endlich nicht zum wenigsten, um nicht an die mit der Behandlung von Kalkpräparaten verknüpften, früher gekennzeichneten Rücksichten gebunden zu sein. Zu diesem Zweck wurden die Schnitte in grosse mit reinem Wasser gefüllte Gefässe gethan, da ja Wasser

Kalkhydrat im bestimmten Verhältnis aufnimmt. Das Verfahren erwies sich indessen bald als unzulänglich; weshalb, ist nach der vorausgeschickten Bemerkung, dass in der Hornhaut nicht mehr Kalkhydrat, sondern zwei unlösliche Kalksalze sich vorfinden, leicht erklärlich. Deswegen wurde der Kalk in der Folge durch stark verdünnte Essigsäure ausgezogen.

Schon am ersten Tage nach der Verletzung findet sich regelmässig in der Vorderkammer ein kleines Hypopion von dickzäher Consistenz. Damit scheint auf den ersten Blick der microscopische Befund in der Hornhaut zu contrastiren. Denn in den centralen Theilen ist von einer entzündlichen Reaction nichts zu erkennen. Man sieht wohl hin und wieder Rundzellen, doch in einem der Norm durchaus entsprechenden Verhältnis. Um so auffälliger ist der Befund in den peripheren Hornhautpartien, d. h. in unmittelbarer Nachbarschaft der Sclera. Hier ist die Hornhaut in ihrer ganzen Dicke, vom Epithel bis zum Endothel, von massenhaften Rundzellen durchsetzt. Ich sage Rundzellen, obwohl die Zellen weniger eine Kugelform, als vielmehr die eines Elipsoids haben. Die Zellen ziehen in den Saftkanälen entlang; letztere sind stellenweise so von ihnen vollgestopft, dass Zellencontouren nur mit Mühe differenzirt werden können. Die Anhäufung ist am schwächsten in der Mitte des Schnittes, um nach oben (epitheliale Seite) und nach unten (endotheliale Seite) stärker zu werden; auch beschränkt sie sich in der Mitte auf eine kurze Strecke, oben und unten reicht sie tiefer in das Hornhautgewebe hinein, vorzugsweise unten. Da die Rundzellen in den Lymphcanälen vorwärts wandern, so müssen sie, da diese schon von anderen Elementen, den sogen. fixen Hornhautkörperchen besetzt sind, nothwendig zu letzteren in Beziehung treten. Sie suchen zwischen den Gewebsbalken und den fixen Zellen vorbeizuschlüpfen, decken sie also mehr oder weniger, um dieselben, wenn sie mächtiger an Zahl vorhanden sind, ganz und gar einzuhüllen. Dieses Auf- und Nebeneinander von Rundzellen und fixen Hornhautkörperchen lässt den Gedanken auftauchen, dass die ersteren ein Product der letzteren seien, und es liegt für mich die Wahrscheinlichkeit nahe, dass die Forscher, welche an der Eiterproduction

die Bindegewebszellen thätigen Antheil nehmen lassen, durch dieses locale Verhältnis getäuscht wurden. An Schnitten, die so angelegt sind, dass sie aussen schon Sclera, innen aber noch Hornhautgewebe mit membrana Descemeti treffen, ist die Hornhaut in ihrer Totalität von Rundzellen erfüllt. Dort wo die Zellen am dichtesten angehäuft sind, an der Irisecke, wandern sie durch die sich hier auffasernde membr. Descemet. hindurch und ziehen an der endothelialen Seite derselben, fest an ihr adhärirend, entlang, so dass die Membran auf beiden Seiten von Rundzellen eingefalzt erscheint. Auf diesen einen Uebergangspunkt beschränken sich aber die Zellen nur so lange, als sie noch nicht sehr weit central vorgerückt sind, — also noch in der Peripherie weilen — reichen sie einmal tiefer in das Hornhautgewebe hinein, so genügt das eine Thor nicht mehr, sie treten auch an andern beliebigen Punkten durch die descemetsche Haut hindurch. Dabei macht sich eine Richtungsänderung geltend. Während die Zellenzüge sonst der Hornhautoberfläche parallel laufen, stellen sie sich an solchen Durchtrittsthoren mehr oder weniger senkrecht zu jener auf.

Was die Herkunft der Zellen anlangt, so liegt es nahe, an die normaler Weise in der Irisecke der Hornhaut sich vorfindenden kleinen Rundzellenansammlungen als Entstehungsort zu denken. Doch stehen diese Aggregate zu den entzündlichen Reactionserscheinungen in gar keiner Beziehung. Dagegen spricht klar und deutlich die Richtung der Zellenzüge. Von der Grenzmarke der Hornhaut aus weichen nämlich die Zellen in zwei Bahnen aus einander. Die untere zieht zur Ansatzstelle der Iris bezw. Chorioidea, nach hinten allmählich an Stärke abnehmend, die obere zur Conjunctiva. Somit sind die Ausgangspunkte der Rundzelleu zwei Gefässsysteme, das des Uvealtractus auf der inneren, das der Conjunctivalgefässe auf der äusseren Seite.

In der Conjunctiva liegen die Verhältnisse einfacher. Die ganze Membran ist von Rundzellen durchsetzt, manchmal sparsam, manchmal so intensiv, dass man glauben könnte, ein Hypopion unter dem Microscop zu haben; die Differenz ist wohl lediglich begründet in der Schwere des zufälligen,

mechanischen Insults, bezw. ist von der Menge des auflagernden und eingedrungenen Kalks abhängig. Die Regel ist es, dass die hochliegenden Schichten der Bindehaut reicher mit Rundzellen ausgestattet sind, als die tiefer liegenden. Dass die Anordnung und Gestaltung der Zellen im Wesentlichen eine andere ist, als in der Hornhaut, liegt an der verschiedenen Structur beider Gewebe. Die Weite der Maschen gestattet überall Anhäufungen von Zellen; die Ansammlungen können soweit gehen, dass man, wie eben bemerkt, von dem Bau des eigentlichen Substanzgerüstes nichts mehr wahrnimmt. In der Hornhaut dagegen, wo die Saftcanäle schmal und eng, zwischen straff gedehnten Gewebsbalken eingelassen sind, können die Zellen sich nur flächenhaft ausbreiten; der Druck, welcher dabei auf dieselben ausgeübt wird, ist so gross, dass sie die ursprünglich runde Form in eine mehr gestreckte, elipsoide umwandeln. Diese Verschiedenheit des Baus der Cornea und Conjunctiva lässt es auch plausibel erscheinen, dass dem Uebertritt der Zellen aus dieser Membran in jene ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird, dass die Ueberwanderung daher im Ganzen sparsamer ausfallsn muss, als man nach der Zellenanhäufung in der Bindehaut erwarten sollte.

Zwei Tage nach der Verletzung ist die Zellenimmigration in die Hornhaut schon weiter vorgedrungen. An den verschiedensten Stellen sieht man kleine, circumscripte, runde oder langausgezogene, fast lineäre Heerde von Rundzellen (immer Querschnitt vorausgesetzt), die ohne alle Verbindung mit den auf den Schnittseiten sich findenden Mutterheerden zu stehen scheinen. An etwas peripher gelegten Schnitten begegnet man Zellenanhäufungen, die unter das Epithel gedrungen sind und dieses selbst theilweise abgehoben haben. Doch selbst in den dichtesten Zelleninfiltrationen sieht man das Gefüge des Hornhautbaus noch deutlich erhalten; nirgends macht sich eine Einschmelzung des Gewebsgerüstes bemerklich; von einer Abscedirung kann füglich nicht gesprochen werden. Die Conjunctiva zeigt — abgesehen von einer entsprechenden Steigerung der Intensität — keine Differenz in den am ersten Tage post insultum etablirten bereits geschilderten Veränderungen.

Drei Tage nach der Verletzung. An Schnitten aus der Hornhautmitte zeigen sich die Anhäufungen von Rundzellen in den Grenzmarken gegen die Sclera zu bedeutend vergrössert; namentlich in der oberen Hälfte, unmittelbar unter dem Epithel, wo die Zellenzüge weiter als unten vorgedrungen sind. Eine Vereinigung der auf beiden Seiten der Mitte zustrebenden Zellenzüge ist jedoch im Centrum noch nicht zu Stande gekommen. Je weiter peripherisch die Schnitte gefallen sind, um so kleiner wird die Ausdehnung dieses von Rundzellen freien Mittelstücks, bis schliesslich der Zwischenraum völlig verschwindet. Das ganze Präparat ist von Zellen durchsetzt, aber immer mit Aufrechterhaltung der Structur.

Sechs Tage nach der Verletzung. Mächtiges Hypopion, welches die Hälfte der Vorderkammer einnimmt. Die Zellen sind wider Erwarten nicht weiter centralwärts vorgedrungen. Das Centrum der Hornhaut ist frei von ihnen. Dagegen hat die Dichtigkeit der Zellenansammlung beträchtlich zugenommen, und zwar merkwürdiger Weise von den mittleren Corneallamellen nach den oberflächlichen hin (Epithel und Endothel) progressiv. Die Gewebsstructur ist in jenen noch durchaus erkennbar; die Maschen sind zwar durch die manchmal recht ansehnlichen Zellennester stark spindelförmig aufgetrieben, aber das Gefüge der Membran ist doch erhalten. Nach den Oberflächen (Epithel und Endothel) zu ändert sich das. Die Gewebsbalken werden kleiner und kleiner, um endlich ganz zu verschwinden, man sieht nur einen regellosen Zellenhaufen. Das Epithel ist abgestossen, die membrana Descemeti eingeschmolzen, die Zellen treten innen und aussen frei zu Tage. Mit andern Worten, in der Hornhaut hat sich ein Abscess etablirt, welcher sich nach innen und nach aussen geöffnet hat. Nur kurze Zeit noch, und das bischen erhaltene Gewebsgerüst ist durchbrochen. Vollständige Perforation der Hornhaut mit Prolaps der Iris, und eventuell nachfolgende Eventration des ganzen Augapfels bilden den Ausgang.

Die Thatsache, dass das Hornhautcentrum, obwohl periphere Abscedirung eingetreten war, fast vollständig intact blieb, erschien mir so auffallend, dass ich auch Hornhäute

von Augenstümpfen (nach ein bis zwei Tage vorher erfolgter Perforation) microscopisch untersuchte. Hier zeigte sich genau dieselbe Erscheinung. Diese Integrität lässt sich nur so deuten, dass den Zellen gleichsam keine Zeit gelassen ist, bis ins Centrum vorzudringen. Die Hornhautlamellen und ihnen analog das Saftlückensystem sind bekanntlich nicht durchweg der Hornhautoberfläche parallel gelagert, sondern ziehen auch schief und senkrecht zur Oberfläche von innen nach aussen und umgekehrt. Die Rundzellen breiten sich überall in dem Saftlückensystem aus; sie werden sich dort schneller anhäufen und grössere Verheerungen anrichten können, wo sie den kürzeren Weg zurückzulegen haben, also eher und mehr in einer zur Hornhautoberfläche senkrechten, als in der ihr parallel laufenden Richtung; zumal ihrer Ausbreitung weder vom Epithel noch von der membrana Descemeti ein solcher Widerstand geleistet wird, wie vom stratum proprium selbst. In einer anderen Fassung: peripher kann schon Abscedirung der Hornhaut mit Perforation u. s. w. eingetreten sein, während noch nicht eine einzige Eiterzelle das Centrum der Membran erreicht hat.

In der Conjunctiva ist das Epithel, sechs Tage nach der Verletzung, entweder total abgestossen oder doch bis auf die unteren Lagen abgehoben. Die Rundzellenansammlung nimmt von innen nach aussen zu. Dort ist das Gewebe noch erhalten, die Zellen sind in die Lücken eingebettet; hier ist von einem Gewebsgerüst nichts mehr zu sehen. Von den des Epithels entkleideten Stellen gehen lange, schmale, aus Rundzellen bestehende Ausläufer aus, die andern ebensolchen von benachbarten Regionen entsendeten begegnen und sich mit ihnen vereinigen. Dadurch werden bogenförmige Verbindungen geschaffen, welche die Conjunctiva weithin überbrücken. Eine Abstossung der Rundzellen mit zurückbleibendem Substanzverlust wurde nicht beobachtet.

Eine solch raffinirte Verletzung, wie sie im Vorstehenden geschildert, experimentell behufs Aufklärung der durch den Kalk in der Hornhaut und Bindehaut geschaffenen Störungen vorgenommen wurde, dürfte sich schwerlich in der Wirklichkeit wiederholen. Um nun aber ein klares Bild von der

Art und Grösse der Schädigung, wie sie die Praxis thatsächlich bietet, zu erhalten, wurde der Versuch modificirt.

Einem Kaninchen wird in jedes Auge nur ein einziger Tropfen Kalkmilch instillirt. Vier Stunden später wird das Thier getödtet. Aeusserlich ist an den Lidern, deren Umgebung und Lidrändern keine Veränderung bemerkbar. Im innern Augenwinkel tritt die stark geschwellte und geröthete Palpetra tertia hervor. Die Conjunctiva des unteren Lides ist mässig oedematös; das Oedem reicht vom Lidrand ununterbrochen bis zum Limbus corneae. Die Uebergangsfalte ist nur durch eine seichte Rinne angedeutet. Die Schleimhaut ist sehr blass, mit kleinen punktförmigen Extravasaten und einzelnen ectasirten Blutgefässen besetzt. Hie und da finden sich weisse krümliche Auflagerungen, aus Schleim, abgestossenen Epithelien und Kalkkörnchen bestehend. Die Bindehaut des oberen Lides ist um vieles stärker oedematös; die Uebergangsfalte ist gänzlich verstrichen. Der Theil, welcher der Conjunctiva bulbi zugerechnet werden muss, ist bedeckt von einer schmutzigweissen, schleimigkörnigen Membran, die sich — die darunter liegende Schleimhaut völlig intact lassend — leicht abwischen lässt. Das Oedem des unteren, wie des oberen Lides geht, durch scharfe Furchung unterbrochen, auf die Schleimhaut der Membrana nictitans über, die an ihrer inneren Fläche geringgradig serös infiltrirt, stark abgeblasst und mit sparsamen, marquant sich abhebenden, kleinen Blutungen ausgestattet ist, an ihrer äusseren, stärker oedematösen, durch zahlreiche, grössere Extravasate und ectasirte Gefässe ein rosafarbenes Aussehen angenommen hat. Die Cornea ist vollständig klar, eben und durchsichtig bis auf einen in der oberen Hälfte gelegenen Sector. Dieser, in seiner Totalität undurchsichtig, lässt drei Intensitätsgrade der Trübung erkennen. In der Peripherie, d. h. den Sector als gleichschenkliges Dreieck gedacht, an den beiden gleichen Schenkeln, ist sie hauchartig zart, fast unmerklich in das normale Hornhautgewebe übergehend; auf sie folgt ein Halbring, dessen Aussehen sich am besten mit dem eines matten Glases vergleichen lässt; an der Basis des Dreiecks — an Ausdehnung am grössten — ist die Trübung porzellanartig;

letztere Partie ist auch etwas uneben. Diese Localisation der Verletzung in der oberen Hälfte der Hornhaut dürfte befremdlich erscheinen. Sie lässt sich nur so deuten: Der Tropfen Kalkmilch fiel in den oberen Conjunctivalsack. Hier wurde er, im Begriff, sich über die Hornhaut auszubreiten, durch die in Folge des Fremdkörperreizes stramm angepressten Lider festgehalten, hier konnte er also auch hauptsächlich seine verderbliche Wirksamkeit entfalten. Dem widerspricht nicht, dass die Conjunctiva in ihrer Totalität in Mitleidenschaft gezogen war. Denn der Krümmung der Hornhautoberfläche entsprechend (Elipsoid) muss der Zwischenraum zwischen Cornea und Lid, oder genauer ausgedrückt, die Tiefe des Conjunctivalraums vom Centrum der Hornhaut nach der Peripherie hin grösser werden, am grössten muss sie im Fornix sein, worauf schon der lockere Bau der Schleimhaut daselbst hinweist. Demgemäss konnte der Kalkmilchtropfen die Hornhaut auch nur partiell, musste die Bindehaut aber in toto lädiren.

Die Verschiedenartigkeit der Cornealtrübung macht es erklärlich, dass eine solche Hornhaut, microscopisch untersucht, die verschiedensten Stadien der Kalkverletzung vereinigt. Um Wiederholungen aus dem Wege zu gehen, soll das microscopische Bild nur soweit skizzirt werden, als es von dem früher beschriebenen abweicht.

Das Epithel ist nie continuirlich von einer Kalkschale eingehüllt, sondern nur partienweise; kalkhaltige und kalkfreie Stellen wechseln mit einander ab. Letztere können so an Ausdehnung zunehmen, dass auf weite Strecken hin die Kalkinfiltration gänzlich zu fehlen scheint. Nie ist das Epithel auf das stratum proprium umgeschlagen, nie zeigt es Rissspuren oder fetzenförmige Defecte. Meist ist es in seiner Vollständigkeit erhalten, nur an den stärkst mitgenommenen Theilen hat sich die Deckschicht flach abgehoben. Hier zeigen die Zellen auch Spuren beginnender Schrumpfung, während sonst derartige Degenerationsvorläufer nicht sichtbar sind. Die Kalkeinlagerung des stratum proprium ist trotz der relativ kurzen Zeit, welche seit der Verletzung verflossen ist, eine vollständige, d. h. sie reicht vom

Epithel bis sum Endothel, allerdings sparsam, in äusserst zarten Linien, doch überall deutlich nachweisbar. Dem entspricht es, dass sich auch schon Entzündungserscheinungen, wenngleich macroscopisch fehlend, mit dem Microscop erkennen lassen. An der Grenze der Hornhaut gegen die Sclera sind kleine Depots von Rundzellen etablirt, die meist schon, wenn auch nur für ganz kurze Strecken, Ausläufer unter das Epithel und an der membr. Descemet. entlang schicken.

Die Conjunctiva ist verhältnismässig stärker lädirt als die Hornhaut; zudem ist die Laesion eine mehr gleichmässige, die ganze Membran treffende. Das Epithel ist continuirlich mit einer dünnen Kalkdecke überzogen, die Zellen sind mächtig gequollen, sie heben sich fast wallförmig von dem andern Gewebe ab. Ihre Grenzen sind verwischt, von einer beginnenden Trübung des Zelleninhalts ist jedoch nichts zu sehen. Im stratum proprium conjunctivae ist der Kalk den Gewebsmaschen entsprechend vertheilt. Rundzellenhäufchen finden sich namentlich in unmittelbarer Umgebung der Hornhaut vor.

Um eine noch leichtere Verletzung zu erzielen, wurde einem Kaninchen ein Tropfen einer Kalkmilch, die nur 10,0 Calciumoxyd auf 100,0 Wasser enthielt, in beide Augen geträufelt. Das Thier wird fünf Stunden später getödtet. Aeusserlich ist an dem Auge und in seiner Umgebung nichts auffälliges zu bemerken. Die Conjunctiva der Lider ist geringgradig oedematös, mit Erhaltung der Uebergangsfalte. Zahlreiche ectasirte Gefässe, wie unter diese vertheilte kleine Extravasate geben ihr ein blassrothes Aussehen. Aufgelagert sind ihr weisse, schleimig-körnige Membranen. Etwas mehr, als die Schleimhaut der Lider ist diejenige der Nickhaut betheiligt.

Die Cornea ist durchweg klar bis auf eine unregelmässig begrenzte, hauptsächlich das Centrum einnehmende und die Pupille fast vollständig deckende, zarte, hauchartige Trübung. Dieselbe setzt sich nicht scharf gegen das normale Hornhautgewebe ab, sondern durch eine Uebergangszone, in welcher zwar eine substantielle Trübung nicht vorhanden ist, dagegen eine eigenthümliche, Unebenheiten vortäuschende

Betheiligung des Epithels sich geltend macht. Der microscopische Befund lässt sich kurz dahin präcisiren, dass das Epithel in seiner Totalität erhalten ist. Die Zellen sind niemals mit einem Kalkpanzer bekleidet, die Körnchen lagern vielmehr nur in einzelnen, räumlich von einander getrennten Exemplaren ihrer Oberfläche auf. Von Schrumpfung ist nichts zu sehen; eher das Gegentheil; die Zellen sind platt und prall und erinnern an das oedematöse Epithel der Conjunctiva. Die Infiltration des stratum proprium erstreckt sich durch die ganze Tiefe der Hornhaut, freilich in feinster Vertheilung. Eine Rundzelleneinwanderung hat noch nicht stattgefunden. Die Laesion war also so gering, dass eine entzündliche Reaction nicht erfolgt ist. Jedoch ist das nicht im absoluten Sinne richtig. Es finden sich an dem grossen Eingangsthor der Rundzellen, an der Grenzmarke der Hornhaut gegen die Sclera, Rundzellen in grösserer Anzahl, als die Norm gestattet, vor. Doch nie aggregiren sie sich zu Gruppen; sie bleiben vereinzelt und an eine eng umgrenzte Oertlichkeit gebunden. Irgend welche für die Perlucidität des Gewebes deletäre Folge kann aus ihrer Anwesenheit nicht resultiren. Aus diesem Grunde ist der Fehler nicht gross, wenn man sie für die practische Beurtheilung der Verletzungsfolgen einfach vernachlässigt. Die Veränderungen an der Conjunctiva sind den an letzter Stelle geschilderten ganz homolog, weshalb hier nur auf jene Beschreibung verwiesen wird.

Die drei Verletzungsformen unterscheiden sich also nicht durch die Art der Verletzung, wie das z. B. bei den bekannten drei Verbrennungs- oder Erfrierungsgraden der Fall ist; bei jeder Kalkverletzung des Auges findet sich in gleicher Weise eine Infiltration des Epithels und eine die ganze Tiefe durchdringende Infiltration des stratum proprium; sondern nur durch die Quantität der infiltrirten Masse einerseits und durch die Grösse der auf den jeweiligen Insult folgenden entzündlichen Reaction andererseits. Will man daher eine Schematisirung der Verletzung vornehmen, welche bei der ausserordentlich mannigfachen Variabilität der Schädigung im Interesse einer genaueren Praecisirung des Krankheits-

bildes nothwendig erscheint, so müsste das Schema lediglich nach Quantitäts-, nicht nach Qualitätsgraden aufgestellt werden. Die Feststellung der Quantität nun, sowohl der verletzenden Masse, als der augenblicklichen Entzündungsreaction dürfte im concreten Falle selten möglich sein. Wir müssen daher unsere Zuflucht zu der Berücksichtigung eines rein äusserlichen Momentes nehmen, dessen Eigenschaft sich mit dem Intensitätsgrade des schädlichen Agens ändert, nämlich zur Beschaffenheit der Hornhauttrübung. Wie früher bereits angedeutet, ist dieselbe entweder eine zarte, hauchartige (opacitas corneae nebulosa), oder eine dem Aussehen matten Glases entsprechende, (opacitas c. vitrea), oder eine porzellanartige (op. c. porzellanica). Die erste (I. Grad) kommt zu Stande bei ganz geringfügigen Insulten; die zweite (II. Grad) bei mässiger, die dritte (III. Grad) bei ausgedehnter, massiger Kalkeinlagerung. Es bedarf wohl keiner besonderen Betonung, dass dies nicht streng von einander abgeschlossene Formen sein sollen. Bei einer und derselben Verletzung können sich alle drei Grade bezw. zwei zusammen vereint vorfinden. Der Schärfe des Krankheitsbildes wird dadurch kein Abbruch gethan, wie ein Hinweis auf die Kategorien der Bindehaut- und Hornhautentzündungen lehrt, bei denen ja auch nicht selten Uebergangsformen, die Characteristica mehrerer, sonst scharf begrenzter, Krankheitsbilder vereinigend, vorzukommen pflegen.

Bekanntlich war es zuerst v. Recklinghausen, welcher gestützt auf die Silberimprägnation der Hornhaut das Saftcanalsystem in derselben entdeckte. Sein Verfahren sowohl, wie die aus demselben gezogenen Schlüsse wurden lebhaft angefeindet. Man sprach von dem Silberbild der Hornhaut als von einem Kunstproduct. Deshalb wohl wurde von den Autoren, die nach ihm sich mit dem Gegenstand beschäftigten, ein anderer Weg eingeschlagen, um zu demselben Ziele zu gelangen. Man injicirte die Hornhaut, indem man schloss, giebt es ein präformirtes Canalsystem, so muss sich dasselbe durch die Injectionsmasse auch factisch darstellen lassen. „Eine nicht geringe Stütze für die Auffassung des durch die

Silberbehandlung dargestellten Canalsystems in der Hornhaut," sagt Waldeyer*), „bieten die Resultate der Einstichinjectionen. Bekanntlich wurde diese Injection zuerst von Bowman mittelst Quecksilber an der Rinderhornhaut ausgeführt, wo er lange röhrenförmige Figuren, von ihm sogenannte corneal tubes erhielt, später von His, von von Recklinghausen, Leber, Rollett, Bodaert u. a. wiederholt. Auch die auf diese Weise erhaltenen Bilder mussten den Vorwurf der Kunstproducte sich gefallen lassen. Namentlich hat sie Rollett in letzter Zeit als Sprenglücken gedeutet, dadurch entstanden, dass die Injectionsmasse die Fibrillenzüge auseinander dränge und damit in künstlich geschaffene, zufällige und regellose Räume — als solche betrachtet Rollett die Bowman'schen corneal tubes — sich hineinergiesse. . . . . Nach diesen Ergebnissen meiner Injectionsversuche muss ich mich denen anschliessen, welche wie Bowman, v. Recklinghausen, Leber und neuerdings Bodaert annehmen, dass durch Einstich in die Hornhaut regelmässig präformirte Bahnen injicirt werden können, welche mit dem v. Recklinghausen'schen Saftcanalsystem identisch sind, und welche auch die Hornhautzellen bergen. Es lag mir hier daran, auch mittelst der Einstichsmethode festgestellt zu sehen, dass es in der Hornhaut ein Lacunen- und Canalsystem gibt, welches sich leicht füllen lässt, und welches mit dem, was uns die Silberbilder zeigen, identisch ist. Es gewinnt dadurch die Auffassung, welche wir oben von einem präformirten, fest begrenzten Saftcanalsystem in der Hornhaut vertreten haben, im Gegensatz zur Annahme beliebiger, interstitieller Lücken, innerhalb deren die Hornhautzellen liegen, eine bedeutende Unterstützung."

Meiner Auffassung nach ist durch die Injectionsmethode ein stringenter Beweis für die Behauptung, es gibt in der Hornhaut ein präformirtes Saftlückensystem, nicht zu führen. Man bedenke, dass in einem zarten Gewebe, wie die Horn-

*) Graefe-Saemisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Leipzig. Engelmann, 1874. 1. Bd. I. Theil: Microscopische Anatomie der Cornea, Sclera, Lider und Conjunctiva. v. W. Waldeyer.

haut es doch ist, auch der leiseste Druck, welcher bei jeder Injection einmal ausgeübt werden muss, genügen kann, Risse und Lücken zu schaffen, und so Hohlräume vorzutäuschen, welche in Wirklichkeit gar nicht existiren. Waldeyer selbst scheint sich diesem Einwand nicht verschlossen zu haben, denn er hat seinen Injectionsversuch modificirt. „Ich habe", sagt er, „es auch auf einem andern Wege versucht, den Bahnen, welche Flüssigkeitsströme in der Hornhaut nehmen können, nachzuspüren. Ich band die vordere Hälfte eines Augapfels vom Rinde auf ein entsprechend weites Glasrohr, so dass die Cornea freiblieb und der Oeffnung dieses Rohrs entsprach. Die Cornea tauchte in eine dünne Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul ein; das andere Ende der Glasröhre war mit einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt. Nachdem ungefähr 5—6 Minuten der Atmosphärendruck gewirkt hatte, wurde die Cornea in Ferridcyancaliumlösung gebracht, nachdem vorher durch Auftröpfeln letzterer Substanz auf die der Eisenoxydullösung abgewendet gewesene Seite der Descemetschen Membran constatirt war, dass das Eisenoxydul überhaupt durchgedrungen war. Schnittpräparate liessen später die blaue Färbung überall im Bereiche der Saftcanälchen erkennen."

Mir scheint, dass diese Modification zur Klärung der Frage nicht sehr glücklich gewählt ist. Das Hornhautgewebe wird dabei nun einmal mit einer gewissen Kraft bearbeitet; ob diese Kraft von der Hand des Experimentators ausgeht, oder durch den Druck der atmosphärischen Luft geschaffen wird, ist einerlei. Die Frage aber, besteht ein präformirtes Saftlückensystem in der Hornhaut, oder nicht, kann nur beantwortet werden durch den Nachweis, dass das Canalsystem sich spontan mit einer in ihm leicht erkenntlichen Masse zu füllen vermag. Dieser Nachweis ist, glaube ich, von mir im Vorhergehenden überzeugend geführt worden. Wir haben den Kalk in denselben Räumen gesehen, welche die Gewebslamellen bezw. die einzelnen Gewebszüge von einander scheiden, in denen sich die normalen zelligen Gebilde aufhalten, in denen die Eiterkörperchen in die Hornhaut einwandern, in denselben Räumen, welche bei der Silber-

behandlung der Membran so ausserordentlich scharf differenzirt hervortreten.

Die Füllung des Canalsystems mit Kalk gelingt selbst noch an der ausgeschnittenen Hornhaut. Zu diesem Zweck wurde auf ein entsprechend weites Glasrohr die Hornhaut eines Kaninchens analog dem vorher geschilderten Waldeyer'schen Versuch aufgebunden. Die Hornhaut tauchte in Kalkmilch ein. In die Glasröhre wurde eine fünfprocentige Lösung von natrum bicarbonicum eingefüllt. Etwa drei Stunden später wurde die microscopische Untersuchung vorgenommen. Das Saftcanalsystem war genau in derselben Weise, wie sie aus den wiederholten Schilderungen her bekannt ist, mit Kalkconcrementen erfüllt. Es wäre für jeden Beobachter eine Unmöglichkeit, aus den microscopischen Bildern zu constatiren, dass in zwei fraglichen Fällen die eine Hornhaut die Kalkinfiltration in statu vivo, die andere in statu mortuo erfahren hat.

M. Wagner*) hat nachgewiesen, dass zwischen zwei Flüssigkeiten, welche durch eine thierische Membran von einander getrennt sind, und von denen die eine dem Blutserum nachgebildet ist, also aus einer Mischung von ein- bis zweiprocentigen Lösungen von Chlornatrium, Natriumphosphat und Natriumcarbonat besteht, deren andere ein gelöstes oder ein suspendirtes unlösliches Calciumsalz enthält, Diffusionsströme stattfinden in zweierlei Weise. Zunächst findet zwischen beiden Salzlösungen ein Säureaustausch statt, wobei die Alcalescenz im inneren Gefäss (Serumsalze) steigt, während in der Aussenflüssigkeit (Calciumsalze) sich saure Molecüle ansammeln, unter Umständen es sogar zur Bildung freier Säure kommt (Salzsäure, Kohlensäure). Unabhängig von diesem Säureaustausch gehen zwei andere Diffusionsströme einher, von welchen der eine Alcalisalze in das

*) M. Wagner, Untersuchungen über die Resorption der Calciumsalze und über die Abstammung der freien Salzsäure im Magensaft, nebst einigen Erörterungen über die Pathogenese der Rhachitis. Zürich. Füssli & Co., 1883.

äussere, Calciumsalze enthaltende, der andere Kalksalze in das innere Gefäss führt, letzteres aber nur in der neu entstandenen, nicht in der ursprünglichen Zusammensetzung, also nur als phosphorsauren, kohlensauren Kalk und als Chlorcalcium.

Bei der Kalkverletzung des Auges finden sich die gleichen Verhältnisse. Der Conjunctivalsack als Aussengefäss gedacht, enthält eine in Wasser fast unlösliche Kalkverbindung (Kalkhydrat), die Vorderkammer als Innengefäss, den humor aqueus, dessen wesentlichste Salzbestandtheile Chlornatrium, Natriumphosphat und Natriumcarbonat sind. Beide Flüssigkeiten sind durch eine thierische Membran, die Cornea, von einander geschieden. Nun finden — wenn wir von dem Säureaustausch, als für unsere Betrachtung weniger werthvoll, einmal absehen — zwei Diffusionsströme statt, deren einer die Alcalisalze in den Conjunctivalsack, deren anderer die Kalkverbindung (Kalkhydrat) aus dem Conjunctivalsack in die Vorderkammer führt, doch nicht in der ursprünglichen Zusammensetzung, als Kalkhydrat, sondern in einer neuen, als phosphorsauren, kohlensauren Kalk und als Chlorcalcium. Dort, wo die beiden Diffusionsströme sich treffen, also in der Hornhaut, werden die sich bildenden, unlöslichen Verbindungen niedergeschlagen werden, während die leicht löslichen in den humor aqueus und von da in die übrigen Körperflüssigkeiten übergehen. Demnach müssen sich phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk in der Hornhaut ablagern, während Chlorcalcium immer nur in relativ sehr geringer Menge daselbst anzutreffen sein wird.

Die Richtigkeit dieses Raisonnements wurde durch folgenden Versuch direct nachgewiesen. In ein Auge eines Kaninchens wird Kalkmilch eingeträufelt, so lange, bis eine porzellanige Trübung eingetreten ist. Drei Stunden später wird das Thier getödtet. Beide Augen werden enucleirt. Die ausgeschnittenen Hornhäute — eine intacte und eine mit Kalk imprägnirte — werden in je ein Uhrschälchen eingelegt, in welchem sich 2 ccm einer zur Hälfte mit Wasser verdünnten Salpetersäure befinden. Sämmtliche Kalkverbindungen, welche in den beiden Membranen enthalten

sind, müssen als salpetersaurer Kalk gelöst in die Säure übergehen. Nach ungefähr 30 Minuten werden in zwei Reagensgläschen je 5 ccm einer Lösung von Ammoniummolybdat gegossen; zu jedem wird die Säure aus je einem Uhrschälchen zugesetzt. Sofort bildet sich in dem Reagensglase, welches die saure Lösung der mit Kalk imprägnirten Hornhaut enthielt, ein dichter, gelber Niederschlag von Ammoniumphosphomolybdat, während in dem zweiten Gläschen erst nach längerem Stehen und Erwärmen eine leichte gelbliche Färbung sich erkennen liess. Nun wird abfiltrirt; der gelbe Niederschlag bleibt auf dem Filter deutlich wahrnehmbar zurück. Beiden Filtraten werden fünf Tropfen einer Silbernitratlösung zugesetzt. Augenblicklich tritt in beiden Gläschen eine dicke, weisse Trübung ein, bedingt durch Ausfällung von Chlorsilber; jedoch ist die Trübung in dem Gläschen, dessen Inhalt der intacten Hornhaut entsprach, viel intensiver, als in dem andern. Daraus geht hervor, dass in der mit Kalk infiltrirten Hornhaut mehr Phosphorsäure, dagegen weniger Chlor enthalten ist, als in der intacten. Durch den Niederschlag des phosphorsauren Kalkes in dem Hornhautgewebe findet eine Aufspeicherung von Phosphorsäure statt; dahingegen ist das Chlor, welches dem Kalkhydrat behufs Bildung von Chlorcalcium in dem humor aqueus der Vorderkammer und in der lymphatischen Flüssigkeit der Hornhaut selbst zur Verfügung stand, vollständig aufgebraucht. Das Chlorcalcium selbst, als leicht löslich und leicht diffusibel hatte zu der Zeit, wo die chemische Analyse vorgenommen wurde, die Hornhaut schon längst passirt und hielt sich nun in der Vorderkammer auf. In der That fand sich in dem humor aqueus eines mit Kalk verletzten Auges mehr Chlor vor, als in dem eines unversehrten. Der Nachweis, dass in der mit Kalk imprägnirten Hornhaut auch kohlensaurer Kalk gebildet bezw. abgelagert wird, lässt sich analog dem soeben für die Phosphorsäure gegebenen dadurch führen, dass man den Kohlensäuregehalt einer solchen Hornhaut quantitativ vergleicht mit dem einer normalen. Man übergiesst beide mit concentrirter Salzsäure; in der ersteren wird die Kohlensäure in zahllosen Blasen entweichen, während die Säure

der letzteren nur einzelne wenige Bläschen aufwirft. Wenn auch die gemachte Analyse keine mathematisch genaue ist, nicht die quantitativen Unterschiede ziffernmässig feststellt, so ist sie doch nicht weniger werthvoll, da bei der Prägnanz der erfolgten Reactionen jeder Irrthum absolut ausgeschlossen ist. Aus ihr folgt die wichtige Thatsache, dass die Trübungen, welche sich in der Hornhaut eines mit Kalk verletzten Auges zeigen, nicht bedingt sind durch Aufnahme von Kalkhydrat in das Gewebe, sondern durch Ablagerung kohlensauren und phosphorsauren Kalkes.

Betrachtet man die Umwandlung der Kalkbase in die Kalksalze vom teleologischen Standpunkt, so muss man sagen, es ist ein Glück für das Auge und dessen Träger, dass eine solche Umwandlung statthat. Man bedenke, Kalkhydrat ist immerhin ein energisches Aetzmittel; wir haben es aus den von ihm unmittelbar auf das Epithel der Conjunctiva und Cornea und deren Intercellularsubstanz ausgeübten, perniciösen Wirkungen ersehen, wir werden es später quoad Erregung der Entzündung noch besser erkennen. Bliebe Kalkhydrat in der Hornhaut selbst auch noch Kalkhydrat, behielte es seine caustische Eigenschaft, dann wäre der Ausgang der Kalkverletzungen ein noch viel traurigerer, als er es so schon zu sein pflegt.

Die Eigenschaften, welche dem im Wasser suspendirten Kalkhydrat zukommen, gehören, natürlich im entsprechenden Verhältnis verringert, auch dem im Wasser gelösten an. Kalkwasser wirkt wie Kalkmilch; es ätzt, es setzt Ablagerungen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk in der Hornhaut, es erregt Entzündungen. Es hat sich in der neuesten Zeit eine Stimme*) erhoben, welche das Kalkwasser als Panacee gegen Croup und Diphtheritis der Bindehaut empfiehlt. So ausgezeichnet sich dasselbe in dieser Beziehung auch bewähren mag, so halte ich es doch für meine Pflicht, an dieser Stelle auf die deletären Folgen, welche unter Umständen der Gebrauch des Kalkwassers als Collyrium nach

*) Dr. W. Kroll (Crefeld), Zur Behandlung der Conjunctivitis crouposa et diphtherica. Berl. klin. Wochenschrift Nr. 23, 1884.

sich ziehen kann, nachdrücklichst aufmerksam zu machen. Es wäre wahrlich kein Vortheil für ein Auge, der Conjunctivitis diphtheritica nur zu dem Ende entronnen zu sein, um nachher ein Opfer der Kalkverletzung zu werden. Um kein Missverständnis aufkommen zu lassen, erkläre ich, dass ich mich nicht principiell gegen die therapeuthische Verwendung des Kalkwassers in der Augenheilkunde wende, sondern nur gegen eine unvorsichtig gehandhabte. Unvorsichtig und irrationell ist aber diejenige, bei welcher Kalkwasser mit der Hornhaut in Contact geräth. Ob ein blosses Betupfen der diphtheritischen Bindehaut mit Kalkwasser zur Entfaltung der heilkräftigen Wirkung des letzteren ausreicht, darüber fehlt mir die Erfahrung.

Kalkverletzungen des Auges entstehen jedoch nicht allein dadurch, dass Kalkhydrat in dasselbe auf irgend eine Weise gelangte, sondern auch durch das Eindringen staubförmiger Partikelchen gehärteten Mörtels (vulgo Kalksteins). Freilich sind diese Fälle seltener, doch werden sich in jeder frequenten Augenklinik im Laufe des Jahres eine ganze Anzahl von Patienten vorstellen, denen diese Verletzung mitgespielt hat. Meistens sind es Leute, welche mit dem Niederreissen alter Mauerwerke beschäftigt sind. In der Regel handelt es sich nur um leichte Formen der Schädigung; das ist auch der Grund, weshalb die davon Betroffenen sich zum grossen Theile dem Auge des Arztes entziehen. Jeder Maurer aber dürfte auf Befragen zugeben, bei seiner Thätigkeit schon zu öfteren Malen die besprochene Verletzung erlitten zu haben.

Der gehärtete Kalkmörtel enthält nach der gewöhnlichen Annahme den Kalk in drei Formen, als Kalkcarbonat, als Kalksilicat und als Kalkhydrat; bei der Verdunstung des in der frischen Mauerspeise enthaltenen Wassers scheidet sich das gelöste Kalkhydrat in sehr kleinen Krystallen aus und macht den Mörtel durch Anhaften der Krystalle an den Oberflächen anderer Kalktheilchen fester.

Um den gehärteten Mörtel in möglichst feiner Vertheilung zu erhalten, wurde gewöhnlicher Wandputz zuerst fein zerklopft und gesiebt, dann durch Gaze gestäubt und zum Schluss noch durch Leinwand getrieben. Auf diese Weise wurde wirklicher Kalkstaub erzeugt, dem, wie die chemische Untersuchung nachwies, nur geringe Spuren Sand beigemischt waren. — Es handelte sich nun zunächst um die Bestimmung der chemischen Qualität des Kalkstaubes, mit anderen Worten darum, ob wirklich der Kalk im Hartmörtel in der angegebenen dreifachen Form vorhanden sei. Mir war es nicht möglich, Kalkhydrat in demselben nachzuweisen; jede Probe darauf schlug fehl. Ob seine Abwesenheit der Natur des von mir benützten Putzes zuzuschreiben ist, oder ob der allgemeinen Annahme ein Irrthum zu Grunde liegt, der sich in die gebräuchlichen Lehrbücher Eingang verschafft hat, sei vorläufig dahingestellt. Jedenfalls steht soviel fest, dass die Abwesenheit von Kalkhydrat im Mörtelstaube von hoher Bedeutung für die Art der Verletzung ist, weil nämlich dann der Suspensionsflüssigkeit des Staubes der laugenhafte, ätzende Character abgeht.

Sobald Mörtelstaub in das Auge gelangt, wird er durch die Thränenflüssigkeit, welche aus naheliegenden Gründen viel reichlicher abgesondert wird, angefeuchtet bezw. suspendirt. Auf die Natur der suspendirten Masse wird dabei von Seiten der in dem Thränensecret enthaltenen Salze keinerlei variirender Einfluss ausgeübt. Die Thränenflüssigkeit besteht aus 98,223 % Wasser, 1,257 % Chlornatrium, 0,504 % Albumin und 0,016 % kohlensaurem Natron, schwefelsauren und phosphorsauren Erden. Sehen wir einmal von der letzten Gruppe, deren Säuren mit Calcium in Wasser unlösliche Salze geben, die übrigens ihrer Minimalität wegen auch fast gar nicht practisch in Betracht kommen, ab, so bleibt nur das Chlornatrium übrig. Chlornatrium tritt aber weder zu Kalkcarbonat noch zu Kalksilicat in irgend eine Beziehung; sie bestehen unverändert neben einander. Von einer chemischen Metamorphose der Suspensionsmasse kann also keine Rede sein.

Folgender Versuch gibt über die Details der besprochenen Verletzung Aufschluss. Einem Kaninchen wird morgens um 11 Uhr in beide Augen eine beträchtliche Dosis Mörtelstaub geschüttet. Die Lider verkleben bald darauf; sie werden nicht geöffnet, um nicht störend in den Gang des Processes einzugreifen. Nach zwei Tagen erst wird das Thier getödtet, damit das schädliche Agens Zeit hätte, die grösste Intensität und Verderblichkeit zu entfalten. Status: Die Lider sind verklebt, weder an ihnen selbst, noch in ihrer Umgebung ist eine Abnormität zu bemerken, ebensowenig an den Lidrändern, wenn nicht das, dass sie mit einer grauen, schleimigen, zähklebrigen, dünnen Schicht überzogen sind. Die Conjunctiva der Lider ist neben einer geringgradigen Schwellung, welche sich jedoch nicht auf den dem Tarsus unmittelbar aufliegenden Theil erstreckt, stark vascularisirt. Die Gefässe sind meist so ectasirt, dass sie in ihrem ganzen Verlaufe mit unbewaffnetem Auge zu verfolgen sind. Extravasate fehlen. Die Conjunctiva des Augapfels, obwohl sonst gar nicht verändert, enthält zahlreiche, kleine, punktförmige bis linsengrosse Blutungen, wodurch sie ein sehr characteristisches, roth gesprenkeltes Exterieur erhält. Die Hornhaut ist zum grössten Theil getrübt; nur die äusserste Peripherie in Form eines Ringes ist mit Ausnahme einer einzigen Stelle, welche, weil ebenfalls der Kalkeinwirkung ausgesetzt gewesen, eine gleichsam brückenförmige Verbindung zwischen centraler Trübung und extravasirter Conjunctiva herstellt, klar und durchsichtig. Die Art der Trübung entspricht nicht scharf einem der früher aufgestellten Schemen; sondern sie vereinigt alle drei mit einander. Sie ist eine porzellanige, hauchartige und gleicht an manchen Stellen auch wieder dem Aussehen matten Glases. Diese drei Trübungsqualitäten bilden jedoch kein regelmässiges Nebeneinander; sie sind gleichsam wirr unter einander verstreut, so dass z. B. die porzellanartig getrübten Partien inselförmig, ohne mit einander in Zusammenhang zu stehen, aus den lichteren Regionen der Hornhautoberfläche emportauchen. Aus der Beschreibung ergibt sich, dass in der äusseren Form des Verletzungsbildes zwischen dem gegen-

wärtig besprochenen und den früher abgehandelten Fällen ein durchgreifender Unterschied nicht existirt. Die Differenzen, namentlich in der Conjunctiva, sind mehr gradweise. Auch der geübteste Diagnostiker wäre, wenn ihm zwei Augen vorgestellt würden, von denen das eine eine Verletzung durch Kalkmilch (frischer Mörtel), das andere durch Kalkstaub (harter Mörtel) erlitten hat, nicht im Stande, die Entstehungsursache für den einzelnen Eall mit Bestimmtheit anzugeben. Die Identität der Bilder erstreckt sich theilweise auch auf den microscopischen Befund. Zwar lässt das Epithel keinerlei Formveränderungen, noch sonstige auf beginnende Degeneration hin deutende Störungen erkennen, aber die Füllung des Saftcanalsystems mit Kalkconcrementen ist genau dieselbe, wie bei der durch Kalkhydrat hervorgerufenen Verletzung; sie ist immer auch eine totale, d. h. sie erstreckt sich stets durch die ganze Tiefe der Hornhaut, vom Epithel bis zum Endothel. Dass sie in quantitativer Beziehung etwas sparsamer ausgefallen ist, als z. B. bei dem dem vorliegenden Bild am meisten gleichenden, unter dem Namen Kalkverletzung mässigen Grades bekannten Versuch, ist leicht verständlich. Denn der Kalkstaub kann nur in suspendirter Form in die Hornhaut eindringen; die Suspensionsflüssigkeit wird geliefert durch das Thränensecret, das aber ist für diesen Zweck, wenn auch noch so stark vermehrt, immer noch sparsam genug. Nur in einer, allerdings sehr hervorstechenden Beziehung unterscheidet sich die Verletzung durch Kalkstaub von der durch Kalkmilch. Obwohl nämlich das Versuchsthier erst zwei Tage nach stattgehabtem Insult getödtet wurde, lässt sich auch nicht die geringste, entzündliche Reaction in der Hornhaut entdecken; weder Gruppen von Rundzellen konnten von mir aufgefunden werden, noch liess sich überhaupt ihre Zahl als eine über die Norm hinausgehende bezeichnen. Damit soll nicht gesagt sein, dass eine entzündliche Reaction überhaupt nicht zur Entwickelung käme, jedenfalls hat aber die Zeit, welche dem Thier zum Leben noch vergönnt war, zu ihrer Entstehung nicht ausgereicht.

Wir haben schon einmal den Fall beobachtet, dass die Entzündung des Hornhautgewebes auf einen Insult hin ausblieb, bei der Kalkverletzung mässigsten Grades, die durch einen Tropfen verdünnter Kalkmilch producirt worden war. Gleichwohl bieten beide Krankheitsbilder quoad Entzündungseffect keine Homologie. Denn ich erinnere daran, dass damals die Entzündung vom rein wissenschaftlichen Standpunkt betrachtet, nicht ausblieb, dass wir nur in Rücksicht auf die practische Beurtheilung ihre Existenz ignorirten. Zwei Massen, welche so differente Folgen zeitigen, müssen auch in ihrer chemischen Zusammensetzung verschiedenartig sein. Die Verschiedenheit beruht darin, dass der Suspensionsflüssigkeit des Kalkstaubes (harter Mörtel) der laugenhafte, ätzende Character abgeht, welcher dem Kalkhydrat innewohnt. Weder Kalkcarbonat noch Kalksilicat lösen sich in Wasser; ihre Suspensionsflüssigkeit reagirt neutral. Vom kohlensauren Kalk wird zwar für gewöhnlich eine geringe Löslichkeit angenommen, doch scheint dazu eine längere Zeit, sicher mehrere Stunden, nöthig zu sein. Ich habe wenigstens niemals in dem Filtrat einer Suspension kohlensauren Kalkes durch Phenolphtalein, bekanntlich ein äusserst feines Reagens auf Alcalescenz, eine alcalische Reaction nachzuweisen vermocht. Eine neutrale Flüssigkeit, ins Auge gebracht, verhält sich sowohl gegen die Hornhaut, als auch die Bindehaut vollständig indifferent. Nicht so scharfe Alcalien. Die Degeneration des Cornealepithels, die Lösung der Intercellularsubstanz, die Abhebung und Ausfetzung der deckenden Schichten ist lediglich der laugenhaften Eigenschaft des Kalkhydrats aufs Conto zu setzen. Wenn schon erfahrungsgemäss eine leichte Epithelabschilferung der Cornea, sei sie durch einen in das Auge gedrungenen Fremdkörper oder durch ein verletzendes Instrument oder wodurch sonst immer erzeugt, sofort entzündliche Erscheinungen hervorruft, die sich zunächst in einer Hyperaemie der Conjunctivalgefässe und einer solchen des Uvealtractus geltend machen, später aber bei mangelnder Pflege oder Hinzukommen einer neuen schädlichen Potenz sich bis zur Production von Eiter in der Hornhaut und Erzeugung einer suppurativen Keratitis steigern

können, um wie viel mehr dann nicht eine Laesion, welche das Epithel in so ausgedehnter und intensiver Weise attaquirt, wie das ätzende Kalkhydrat. Anders gestaltelt sich das Verhältnis beider schädlichen Agentien (des Kalkhydrats und des Mörtelstaubs) zu einander in ihrer Beziehung zur Entzündung nach Verlauf mehrerer Tage. Jeder Fremdkörper, welcher in die Hornhaut eindringt, wirkt bei einer gewissen Dauer seines Verweilens entzündungserregend, demnach auch die infiltrirten Kalkconcremente. Nur wird bei ihnen bis zur Erzeugung der entzündlichen Reaction eine relativ längere Zeit nothwendig sein, da sie in unendlich fein vertheiltem Zustande in das Gewebe hineingelangen. Denn, wie die tägliche Erfahrung lehrt, steht zu der Grösse des der Hornhaut einverleibten Fremdkörpers die Dauer, welche bis zur Aeusserung der entzündlichen Reaction nöthig ist, im umgekehrten Verhältnis.

Was den Diffusionsprozess des suspendirten Mörtelstaubes angeht, so unterscheidet er sich in nichts von dem des Kalkhydrats. Zwei suspendirte, unlösliche Calciumsalze sind durch eine thierische Membran (Hornhaut) von einer dem Blutserum analogen Flüssigkeit (humor aqueus der Vorderkammer) geschieden. Es ist also genau der oben citirte Wagner'sche Versuch. Die Kalksalze dringen in die Hornhaut ein nicht in ihrer ursprünglichen Form, sondern in einer neuen als Chlorcalcium, Calciumphosphat und Calciumcarbonat. Der directe Nachweis dafür wurde wieder dadurch erbracht, dass der Phosphorsäure-, Kohlensäure- und Chlorgehalt eines mit Mörtelstaub verletzten Auges verglichen wurde mit dem eines intacten.

Die vorausgeschickte Bemerkung, dass die durch Hartmörtel veranlasste Laesion des Auges meist deshalb nicht zur Cognition des Arztes kommt, weil sie geringfügiger Natur zu sein pflege, von den Betroffenen ignorirt würde und in der Regel von selbst zur Ausheilung gelange, scheint im Widerspruch mit der Angabe zu stehen, dass bei unserem Versuch die Hornhaut doch eine beträchtliche Trübung davontrug. Demgegenüber muss ich, was oben bereits aus ähnlicher Veranlassung einmal ausgeführt wurde, wiederholen:

die Verletzung wurde, um ihre Folgen in recht drastischer Weise zu demonstriren, in einer Intensität erzeugt, wie sie thatsächlich in der Praxis nie und nimmer vorkommen kann. Erstens wurde dem Thier eine sehr bedeutende Dosis Mörtelstaub in das durch Lidhalter geöffnete Auge gebracht; zweitens wurde das Organ — die Lider waren verklebt — zwei Tage lang nicht geöffnet; der Staub konnte also nicht herausgeschwemmt werden, sondern musste dadurch, dass der Bindehautraum zu einem allseitig geschlossenen umgewandelt war, von der Thränenflüssigkeit, falls solche ausreichte, in toto suspendirt werden. Von dem Thränensecret ging aber drittens nichts verloren, da die Thränencanälchen gleich anfangs verschlemmt worden waren. In der That fanden sich bei der Besichtigung des Auges nur sehr geringe Spuren unverwandten Staubes vor. Das sind Bedingungen, wie sie im practischen Leben nicht zutreffen können. Wir kneifen eben die Augen zu, sobald wir einer Kalkstaubwolke ausgesetzt sind; a priori kann also schon weniger in das Organ hinein. Hat sich aber gleichwohl eine Kleinigkeit eingedrängt, so wird es meist durch die reichlichere Thränensecretion und den vermehrten Lidschlag wieder hinausbefördert. Geschähe letzteres auch nicht, so käme es doch nur höchst selten zu einer Kalkeinlagerung in die Hornhaut, da das Auge geöffnet ist, bezw. zu jeder Zeit geöffnet werden kann, die Thränen freien Abfluss haben entweder durch ihre Canäle oder über das untere Lid hinweg, damit also eine Ansammlung von Secret im Vorraum des Auges nicht stattfinden kann.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, hier darauf hinzuweisen, dass auch zur Erzeugung einer Verletzung durch Kalkhydrat eine gewisse Concentration der Kalkmilch nothwendig ist, mit andern Worten, dass die Quantität des in das Auge hineingelangten Kalkhydrats nicht unter eine gewisse Grenze sinken darf. Streng genommen wird allerdings auch die minimalste Menge eine Störung hervorrufen müssen, doch wird dieselbe entweder so geringgradig oder von so kurzer Dauer sein, dass sie weder zur Wahrnehmung des Betroffenen selbst noch eines eventuellen Beobachters gelangt. So habe

ich seiner Zeit, um die „geringgradigste“ Verletzung zu erzielen, nicht unter eine achtprocentige Kalkmilch heruntergehen dürfen (es wurde nur ein einziger Tropfen instillirt!), geringere Concentrationsgrade erzeugten zwar eine Injection der Bindehaut bezw. eine einfache traumatische Conjunctivitis, äusserten aber auf die Hornhaut gar keine Wirkung.

Bezüglich der Therapie müssen frische Verletzungen und solche, welche älteren Datums sind, aus einander gehalten werden. Bei frischen Verletzungen (herbeigeführt durch Kalkmilch oder frischen Kalkmörtel) kommen vier Gesichtspunkte in Betracht, 1) der ätzende (laugenhafte) Character des verletzenden Agens, 2) das Vorhandensein von Fremdkörpern im Bindehautsack, 3) die Einlagerung des Kalks in die Hornhaut, also Anwesenheit von Fremdkörpern im Hornhautgewebe, und endlich 4) die durch den verletzenden Insult erzeugte Entzündung. Die Kalkmilch ätzt. Ist es möglich, die ätzende Wirkung derselben im Auge zu hemmen bezw. zu paralysiren? Die Antwort lautet, um sie gleich vorweg zu geben, nein. Bisher war die herrschende, durch Gosselin eingeführte Meinung, dass das Kalkhydrat in unverändeter Form in die Hornhaut einwandere, dass es also in dem Gewebe selbst noch seine ätzende, deletäre Wirkung fortsetzen könne. Diese Ansicht gab zum Theil mit Veranlassung zu dem therapeutischen Verfahren, Zuckerlösung zu instilliren, um dadurch eine indifferente Kalkzuckerverbindung zu schaffen und das Gewebe vor weiteren durch das Kalkhydrat geschaffenen Schädigungen zu bewahren. Die Anschauung, Kalkhydrat wandere unverändert in die Hornhaut ein, ist aber, wie bewiesen, falsch. Nicht Kalkhydrat, sondern die indifferenten Verbindungen des kohlensauren und phosphorsauren Kalks sind in der Hornhaut abgelagert; diese können quoad Aetzung keinen Schaden stiften. Eine Neutralisation des in der Hornhaut selbst befindlichen Kalks ist demnach nicht nothwendig. Ein anderes Gesicht scheint die Sache zu gewinnen, wenn man die im

Bindehautsack befindliche Kalkmilch berücksichtigt, sie ätzt doch Conjunctiva und Cornea, so lange nicht ihre Molecüle die Metamorphose in eins der drei bekannten Salze durchgemacht haben. Hier wäre doch eine Paralysirung der ätzenden Kraft, sei es durch neutralisirende, sei es durch einhüllende Mittel, von Wichtigkeit. In der That haben beide auch ihre Fürsprecher gefunden, erstere in Gosselin selbst, letztere in keinem geringeren, als Ferdinand v. Arlt.

Die Neutralisation der Lauge müsste, wenn die Aetzung verhütet werden sollte, doch zum wenigsten in demselben Moment erfolgen, in welchem die Kalkmilch in das Auge gelangt. Das ist ein Nonsens. Die Neutralisation käme schon zu spät nach Verlauf weniger Minuten. Denn es handelt sich hier nur um sehr geringe Quantitäten ätzender Flüssigkeit, die über einen grösseren Bezirk der Hornhaut oder Bindehaut flach vertheilt, wenn auch nicht momentan, so doch in sehr kurzer Zeit ihr Zerstörungswerk vollendet haben wird. Die Metamorphose der Kalkbase in die indifferenten Kalksalze findet ja augenblicklich vom Moment der Kalkmilcheinträufelung an statt; je weniger Base da ist um so schneller wird der Prozess sein Ende erreichen. Wäre der Arzt also z. B. schon eine Viertelstunde nach geschehener Verletzung zur Stelle, so könnte er doch in Bezug auf Verhütung oder Verminderung der Aetzung nichts ausrichten. Die Neutralisation hat nur dort einen Sinn, wo die ätzende Flüssigkeit nicht auf einmal in toto ihre verderbliche Thätigkeit entfalten kann. Ein practisches Beispiel wird die Sache klarer stellen. Jemand nimmt bei vollem Magen einen kräftigen Schluck Schwefelsäure. Die Säure mischt sich sofort mit dem Mageninhalt. Ist derselbe consistent, nicht flüssig, so wird eine Zeit vergehen, bis sie sich an die Magenwand heran durchgearbeitet hat. Kommt während dieser Zeit Hilfe, dann ist die Neutralisation (Magenausspülung) am Platze. Wäre die Magenwand aber bereits in einen pulpösen Brei verwandelt, so würde die Ausspülung wegen der nothwendig mit ihr verbundenen mechanischen Insulte mehr schaden, als nützen. Wem könnte es einfallen, die ätzenden Wirkungen der getrunkenen Schwefelsäure im

Munde, Rachen, Oesophagus durch Nachtrinken von alkalischen Flüssigkeiten beseitigen zu wollen! Die Neutralisation der Kalkmilch im Auge hätte einen Zweck, wenn der Bindehautsack ein geschlossener Raum, wenn ferner seine Grösse so ausgedehnt wäre, dass er ein bedeutenderes Quantum zu fassen vermöchte, welches, um in seiner Totalität in Action zu treten, längerer Zeit bedürfte; oder wenn die durch die Aetzung geschaffenen Veränderungen im Gewebe durch die Neutralisation wieder in integrum restituirt werden könnten. Keins von beiden ist der Fall. Der Kalk, welchen der Arzt in einem verletzten Auge eventuell noch vorfindet, spielt für ihn lediglich die Rolle eines einfachen, im Bindehautsack befindlichen Fremdkörpers. Diesem gegenüber gibt es erfahrungsgemäss ein sehr rationelles Verfahren. Man macht ihn heraus. In der Regel wird man mit den dazu gebräuchlichen Instrumenten, der breiten geraden Staarnadel oder dem Daviel'schen Löffel ganz gut auskommen; sollte es nicht möglich sein, theils weil die Fremdkörper zu klein und fein, theils weil sie in zu grosser Anzahl vorhanden sind, so empfiehlt es sich, die Reinigung des Bindehautsackes durch einen Wasserstrahl vorzunehmen.

Jeder Fremdkörper, welcher in der Hornhaut sitzt, erregt bei längerem Verweilen eine eitrige Entzündung in derselben, demnach auch die zwar ungemein zarten, aber auch ungeheuer zahlreichen Kalkconcremente. Für letztere kommt indessen noch ein Punkt in Betracht, welcher beim einzelnen Fremdkörper der Regel nach wegfällt, die Störung der Perlucidität. Der Kalk, welcher in der Hornhaut sitzt, muss also unbedingt, und zwar so schnell und so vollkommen als möglich, aus ihr herausgeschafft werden. Die instrumentelle Hilfe ist absolut ausgeschlossen. Wir müssen unsere Zuflucht zu Lösungsmitteln nehmen.

Hier will ich einschalten, dass die Natur sich auf andere Weise hilft. In der Hornhaut findet ein fortwährender Flüssigkeitswechsel statt; es liegt nun sehr nahe, anzunehmen, dass ein Theil der Kalkconcremente von dem Lymphstrom mit fortgeschwemmt wird. So erklärt es sich, dass jede mit Kalk infiltrirte Hornhaut auch ohne alle Behandlung sich

mit der Zeit etwas aufhellt. Wird der Lymphstrom aus irgend einem Grunde stärker, so wird er auch mehr Kalk mit fortreissen, die Hornhaut also auch mehr klären können. Daher kommt es, dass man auch durch Einträufelung ganz gleichgiltiger Flüssigkeiten (Kochsalz-, Zuckerlösung u. dergl.) eine partielle Aufhellung beobachten kann.

Nicht jede Verbindung, welche kohlensauren und phosphorsauren Kalk zu lösen vermag, wird sich für unseren Zweck geeignet als Lösungsmittel erweisen. Alle jene werden ausgeschlossen sein, die an sich schon im Hornhautgewebe Schaden anrichten, ebenso diejenigen, welche mit dem Kalk nicht völlig indifferente Verbindungen eingehen, schliesslich alle jene, welche, um in Kraft zu treten, complicirter Manipulationen bedürfen, die an der Hornhaut nicht vorgenommen werden können. Zunächst wurde die Wirkung der schon von Gosselin in Anwendung gezogenen Salzsäure probirt. Einem Kaninchen wird in ein Auge so lange Kalkmich eingeträufelt, bis eine porzellanige Trübung eingetreten ist. Nach Ablauf von $^3/_4$ Stunden wird in dasselbe Auge eine einprocentige Salzsäurelösung instillirt. Schon nach wenigen Minuten beginnt das Centrum der Hornhaut sich aufzuhellen. Die Aufhellung schreitet, während sie in der Mitte an Intensität zunimmt, allmählich bis zur Peripherie vorwärts. 15 Minuten später ist nur noch eine zarte, hauchartige Trübung, welche Pupille und Iris zu erkennen gestattet, übrig. Hervorgehoben werden muss, dass die Klärung nicht ganz gleichmässig vor sich gegangen ist; die untere Hälfte ist um weniges trüber geblieben, als die obere. Bei der 2 Stunden nachher erfolgenden Besichtigung zeigt die Hornhaut eine überraschende Veränderung. Sie ist in toto wieder stärker getrübt; die obere Hälfte ist silbergrau, die untere fast porzellanartig; Pupille und Iris können nur noch durch erstere hindurch mit genauer Noth enträthselt werden. Durch abermalige etwa 20 Minuten lang fortgesetzte Einträufelung der Salzsäurelösung gelingt es, die Trübung wieder auf die ursprüngliche, hauchartige zu reduciren. Nichtsdestoweniger hat am nächsten Tage (24 Stunden später) dieselbe wieder eine solche Höhe erreicht, dass die dahinter liegenden

Gebilde kaum erkannt werden. Einträufelung der Salzsäurelösung bringt den bereits früher erreichten Durchsichtigkeitsgrad wieder zurück. Doch am folgenden Tage hat sich wiederum die alte, mattsilbergraue Verfärbung eingestellt.

Da die Trübung zu wiederholten Malen verschwunden und immer wieder zurückgekehrt war, so konnte sie nicht mehr bedingt sein durch die Kalkinfiltration als solche, sondern sie musste nothgedrungen auf Rechnung der instillirten Salzsäurelösung gesetzt werden. Indessen ist es unmöglich, die Wirkungen des Kalkes und der Salzsäure auf die Hornhaut scharf von einander zu scheiden; denn sie summiren sich und wir bekommen nur das gemeinsame Resultat beider Agentien zu Gesicht. Mir kam es aber darauf an, zu erfahren, ob die Cornea durch die Salzsäurelösung überhaupt und in welchem Grade geschädigt werde. In Folge dessen verliess ich die eingeschlagene Methode und suchte auf einem anderen Wege zum Ziele zu kommen.

Ich suchte, leichte und sichere Lösungsmittel für kohlensauren und phosphorsauren Kalk zugleich zu gewinnen. Als solche präsentirten sich die eben angezogene Salzsäure, die Essigsäure, die Milchsäure und eine Verbindung, über deren Verhältnis zum Kalk und seinen Salzen bislang nichts bekannt gewesen ist, das Eisenchlorid. Setzt man zu Kalkmilch in mässiger Verdünnung einige Tropfen einer concentrirten Eisenchloridlösung, so färbt sich die erstere sofort tief dunkelroth, allmählich klärt sich die farbige Flüssigkeit, bis sie nach wenigen Minuten vollständig durchsichtig geworden ist. Wahrscheinlich gibt das Eisenchlorid Chlor ab und dieses vereinigt sich mit Kalkhydrat zu in Wasser löslichem Chlorcalcium.*) Die grosse Verwandtschaft des Chlors zu Kalk liess ahnen, dass auch die Kalksalze, in specie kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, ein ähnliches Verhalten zu Eisenchlorid zeigen würden. Diese Vermuthung bestätigte sich. Eine Suspension von kohlensaurem Kalk versetzt mit etwas

*) Weitere Untersuchungen über die neue Verbindung behalte ich mir vor.

Eisenchlorid färbt sich schön burgunderroth, nach wenigen Minuten ist die Flüssigkeit klar und transparent. Weniger leicht, aber immerhin noch prompt genug, gelingt der gleiche Versuch mit phosphorsaurem Kalk. Er gibt mit Eisenchlorid eine citronengelbe Färbung, zu deren Klärung man aber die doppelte Quantität der Zusatzflüssigkeit und die dreifache Zeit als im ersteren Falle gebraucht. Diese vier Lösungsmittel wurden in ihrem Verhalten zur Hornhaut einer Prüfung unterzogen.

In das rechte Auge eines Kaninchens (No. 1) wird fünfzehn Minuten lang eine einprocentige Salzsäurelösung eingeträufelt. Nach Verlauf von etwa sieben Minuten entsteht geringes Oedem der Conjunctiva, in der Hornhaut eine zarte, hauchartige Trübung; letztere nimmt mit der Dauer des Versuchs stetig zu, am Schlusse desselben ist das Hornhautcentrum von einer dicken, porzellanigen Trübung eingenommen.

In das linke Auge kommt eine einprocentige Essigsäurelösung. Die Hornhaut trübt sich schon in den ersten drei Minuten. Nach Verlauf einer Viertelstunde Oedem der Conjunctiva, totale Trübung der Cornea, das Centrum undurchsichtig weiss.

Einem zweiten Kaninchen (No. 2) wird in das rechte Auge eine einprocentige Milchsäurelösung instillirt. Nach zehn Minuten stellt sich eine diffuse, weisse Trübung der Hornhaut ein, die bis zur Beendigung des Versuchs (nach einer Viertelstunde) an Intensität progressiv zunimmt.

In das linke Auge wird eine einprocentige Lösung von liquor ferri sesquichlorati eingeträufelt. Nach zwanzig Minuten Oedem der Conjunctiva und zarte, schleierartige Trübung der Hornhaut.

Ein Tag später. Kaninchen Nr. 1. Die Lider des rechten Auges sind geröthet und geschwellt, ihre Haarbedeckung gelichtet. Die Conjunctiva sehr succulent und stark vascularisirt. Die Cornea ist besetzt mit einer breiten, bandförmigen, gegen die Umgebung scharf abgesetzten, intensiven Trübung. Letztere scheint unter dem Niveau der normalen Hornhautoberfläche zu liegen, wie eine an der

Grenze beider Gewebsformationen liegende, marquant ausgeprägte Furche andeutet.

Das linke Auge wird geschlossen gehalten. Die Augenlider sind geröthet und verdickt. Beim Oeffnen der verklebten Lidspalte entleert sich ein dünnes, schleimigeitriges Secret. Die Conjunctiva ist geschwellt und injicirt; die Cornea diffus getrübt. Die Trübung ist im Centrum hochgradiger als in der Peripherie, so dass durch diese die Iris noch knapp durcherkannt, durch jene jedoch von der Pupille nichts mehr gesehen werden kann.

Kaninchen Nr. 2. Rechtes Auge. Lider geröthet und geschwellt. Lidspalte verklebt. Conjunctiva stark vascularisirt, theilweise oedematös. Cornea stark weissgrau getrübt; von den hinter ihr liegenden Gebilden ist nichts sichtbar.

Linkes Auge. Aeusserlich keine Veränderung. Lidspalte geschlossen: In der Hornhaut eine zarte, hauchartige Trübung.

Zwei Tage später. Kaninchen Nr. 1. Rechtes Auge. Die Grenzfurche der Trübung ist verschwunden. Letztere selbst ist nicht mehr so scharf abgesetzt, vielmehr geht sie unregelmässig ausgezackt in das normale Hornhautparenchym über. Ein Niveauunterschied ist nicht mehr nachweisbar. Es scheint, als ob die Trübung an Umfang etwas zugenommen hätte.

Linkes Auge. Diffuse hellsilbergraue Trübung der Hornhaut, sonst keine weitere Veränderung.

Kaninchen Nr. 2. Rechtes Auge. Lider noch stark geröthet. Conjunctiva sehr succulent. Die mächtige, weissgraue, die ganze Hornhaut einnehmende Trübung scheint sich etwas aufzuhellen.

Linkes Auge. Nur noch Spuren einer Hornhauttrübung bemerkbar.

Fünf Tage später. Bei Kaninchen Nr. 1 hat sich in beiden Augen die Trübung etwas aufgehellt; bei Nr. 2 ist rechts keine Aufhellung zu constatiren, links ist die letzte Trübungsspur verschwunden.

Sieben Tage später. Kaninchen Nr. 1. Rechtes Auge. Die bandförmige Trübung bleibt auf ihrem erreichten Hellig-

keitsgrade, der etwa der opacitas corneae vitrea entspricht, stehen.

Linkes Auge. Die Klärung der Hornhaut ist soweit fortgeschritten, dass im Centrum der Pupille durchgesehen werden kann.

Kaninchen Nr. 2. Rechtes Auge. In der Peripherie der Hornhaut kann die Iris knapp erkannt werden; im Centrum keine Aufhellung.

Fünfzehn Tage später. Weder bei Kaninchen Nr. 1 noch bei Kaninchen Nr. 2 ist in der weiteren Aufhellung der Hornhauttrübung ein Fortschritt zu constatiren.

Damit glaubte ich ein anschauliches Bild von der Wirkungsweise der vier Agentien auf das Hornhautgewebe erhalten zu haben und brach die weitere Beobachtung der Versuchsthiere ab. Eine eitrige, mit Hornhautulceration einhergehende Entzündung wurde im Gegensatz zu Gosselin weder bei Salz- noch bei Essigsäure beobachtet, vielleicht ist der Unterschied auf die etwas differente Concentration der Lösungen zu setzen. Das Resultat ergab jedenfalls, dass jedes sogenannte Lösungsmittel sich auf die Cornea als deletär erwies; der Umstand, dass die durch die Eisenchloridlösung hervorgebrachte Trübung schon nach drei Tagen verschwand, fällt nicht ins Gewicht, wenn man berücksichtigt, dass nur in den seltensten Fällen eine einprocentige Lösung genügt, dass vielmehr zur exacten Entfernung des Kalks eine zwei- und auch dreiprocentige von Nöthen sein wird. Den Kalk aus der Hornhaut durch eins dieser vier Lösungsmittel beseitigen, hiesse in Wahrheit nichts anderes, als den Teufel durch Beelzebub austreiben!

Aus diesen und ähnlichen Versuchen ging gleichzeitig für mich hervor, dass auf eine schnelle und prompte Lösung des in der Cornea deponirten Kalkes überhaupt verzichtet werden müsse. Alle Mittel, welche dieser Forderung Genüge leisten, sind in ihren Wirkungen auf das Hornhautgewebe mehr oder weniger perniciös. Bei einer Membran, die in ihrer Structur und der anatomischen bezw. physiologischen Eigenschaft ihrer Constituenten nur möglichst wenig Veränderungen erleiden darf, kommt es aber gerade darauf an,

ein indifferentes Lösungsmittel zu finden, ein Lösungsmittel, das den Kalk beseitigt, ohne eine Noxe für die Gewebssubstanz zu sein.

Trotz längerer Bemühungen wollte es mir nicht gelingen, eine allen Anforderungen gerecht werdende Verbindung zu finden. Da fiel mir endlich ein, dass Kohlensäure sowohl auf einfachkohlensauren, als auch auf phosphorsauren Kalk eine lösende Wirkung ausübt. Kohlensäure, in eine Suspension von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk eingeleitet, erzeugt doppeltkohlensauren Kalk, der in Wasser löslich ist. Jede Flüssigkeit, welche Kohlensäure enthält und leicht abgibt, musste sich demnach, falls sie den früher an ein Lösungsmittel gestellten Postulaten nicht widersprach, für die Entfernung des Kalkinfiltrats der Hornhaut verwerthen lassen. Nach dieser Richtung hin empfahl sich am meisten kohlensäurehaltiges Wasser, z. B. das künstlich hergestellte Sodawasser (reines Brunnenwasser oder eine sehr schwache Lösung von Soda unter hohem Druck mit Kohlensäure gesättigt). Sodawasser kann in jeder Quantität und in beliebig langer Dauer ins Auge instillirt werden, ohne auch nur eine Spur seiner Anwesenheit zu hinterlassen. Doppeltkohlensaurer Kalk reagirt schwach alkalisch; die Alcalescenz ist indessen so gering, dass aus ihr eine Schädigung der Hornhaut unter keinen Umständen resultiren kann.

Die lösende Kraft des Sodawassers wurde in einem Versuche praktisch erprobt. In das linke Auge eines Kaninchens wird ein Tropfen concentrirter Kalkmilch geträufelt. Vier Stunden später ist die Cornea partiell getrübt, und zwar herrscht die opacitas vitrea vor, nur an einer kleinen circumscripten Stelle die op. porcellanica. Nun wird 20 Minuten lang Sodawasser instillirt, unter stetem Wechsel der die Hornhaut bedeckenden Flüssigkeitsschicht. Letzteres ist wegen der leichten Entweichung der Kohlensäure unbedingt erforderlich; überhaupt gibt es in Rücksicht darauf eine ganze Anzahl wichtiger Kleinigkeiten zu beobachten, die sich immer nur für den einzelnen Fall feststellen lassen. — Allmählich wird die Trübung lichter; schliesslich bleibt nur noch eine hellsilbergraue Verschleierung übrig, welche aber,

Pupille und Iris durchzusehen, gestattet, was vordem nicht angängig war. Am nächsten Tage zeigt sich die Hornhauttrübung in derselben Intensität. Sie ist offenbar bloss ein Product der ätzenden Wirkung der Kalkmilch, nicht aber einem noch eingelagerten Kalkdeposit anfs Conto zu setzen, denn die Fortsetzung der Sodawassereinträufelung hat auf die weitere Aufhellung keinen Einfluss mehr. Daher wird für die Folge von jener abgestanden.

Die Behandlung ist von jetzt ab eine rein antiphlogistische. Es gelingt nach acht Tagen, die Reizerscheinungen sowohl von seiten der Conjunctiva, als auch der Cornea und Iris soweit zu bannen, dass das Auge vor weiterer Entzündung geschützt, mit einer leichten, eng umschriebenen Cornealtrübung behaftet, als gerettet angesehen werden konnte.

Die Schilderung des Krankheitsverlaufs ist wohlüberlegt etwas cursorisch gehalten. Keine Kalkverletzung, sei sie experimentandi causa, sei sie unabsichtlich erzeugt, wird weder was Intensität, noch was äussere Ausdehnung, noch die begleitenden Umstände anlangt, einer zweiten genau gleichen. Jedes Mal werden Momente in Kraft treten, welche eine Schablonisirung des therapeutischen Verfahrens verbieten, vielmehr nach dieser oder jener Richtung eine Aenderung in den sanitären Maassnahmen verlangen. Was hätte es für Zweck, genau für die einzelnen Tage zu skizziren, um wie viel die Injection und Schwellung der Conjunctiva, um wie viel die Trübung der Hornhaut abgenommen habe, um wie viel die Injection der Iris zurückgegangen und die Pupille erweitert worden ist! Derartige Schilderungen ermüden den Leser, ohne dem Arzte zu nützen. Der Vorwurf der Arbeit ist, die Kalkverletzung des Auges als solche zu detailliren und zu demonstriren; die Therapie ihrer Complicationen, wie Entzündungen der Hornhaut und Iris u. s. w. fällt nicht mehr in den Bereich unserer Betrachtung; sie ist zudem so gut gekannt, dass füglich jedes Wort vom Uebel wäre. Genug, wir haben ein Lösungsmittel für den in der Hornhaut abgelagerten Kalk in dem kohlensäurehaltigen Wasser gefunden. Wie lange, wie oft es neben einer energischen, antiphlogistischen Be-

handlung in Anwendung gezogen werden müsse, bleibt nach dem Individuell des einzelnen Falles jedesmal dem Urtheil des behandelnden Arztes überlassen.

Nun bekommen wir die Kalkverletzungen nicht immer so frisch zu Gesicht, wie in dem demonstrirten experimentellen Versuch. Die Indifferenz des Publikums, wie äussere Veranlassungen, weite Entfernung u. dgl. werden es häufig mit sich bringen, dass der Patient erst dann in die Hände des Arztes gelangt, wenn bereits eine entzündliche Reaction des Gewebes eingetreten ist, die sich in irgend einer Form, als einfaches Hornhautinfiltrat oder Hornhautgeschwür äussert. Es liegt auf der Hand, dass die Entfernung des Fremdkörpers auch in einem solchen Falle einen ins Gewicht fallenden Heilungsfactor ausmacht; denn mit ihm wird ja das zum grossen Theil die Entzündung bezw. Eiterung erzeugende, unterhaltende und steigernde Moment beseitigt. Wir haben es dann einfach mit irgend einem Stadium einer eitrigen Hornhautentzündung ohne jede Complication zu thun, das nach den geltenden Regeln der Kunst zu behandeln ist. Die Indifferenz unseres löslichen Agens erlaubt es, dasselbe ohne Rücksicht auf den jeweiligen Zustand der Hornhaut ad libitum was Dauer und Quantität angeht, zu verwenden.

Wie verhalten sich die Folgen einer mässigen Kalkverletzung nach längerer Dauer? Jede in die Hornhaut deponirte Kalkeinlagerung erzeugt eine Entzündung. Sehen wir einmal von der ätzenden Kraft des Kalkhydrats ab, so wird, je eher der Kalk, also der Fremdkörper, aus der Cornea herauskommt, caeteris paribus auch um so leichter die Entzündung ausfallen. Der in der Hornhaut kreisende Lymphstrom reisst permanent Kalkpartikelchen mit sich; erfolgte keine entzündliche Reaction, so würde, worauf ich schon einmal hingewiesen habe, gleichsam eine Selbstausheilung stattfinden; die Hornhaut würde wieder, was Klarheit und Durchsichtigkeit anlangt, in integrum restituirt. Gelangt eine grosse Quantität Kalk in die Hornhaut, ist die Verletzung eine schwere, so werden sich die deletären Folgen der Entzündung viel eher geltend machen, ehe der Flüssigkeitsstrom in der Cornea im Stande war, sämmtliche Concremente hinaus

zu befördern; das entzündliche Agens steigert die einfache Keratitis zu einem infiltratum corneae, zu einem ulcus corneae, schliesslich zu einer suppuratio corneae totius; das Auge geht zu Grunde. Hier werden sich selbst noch in den Rudimenten der Hornhaut Kalkelemente vorfinden. Umgekehrt, ist die Kalkverletzung sehr gering, gelangen so wenig Kalktheilchen in die Cornea, dass sie schon wieder herausgeschwemmt sind, ehe das umliegende Gewebe (Conjunctiva und Uvealtractus) Zeit gewonnen hat, entzündlich zu reagiren, so tritt spontan völlige Genesung ein. Es bleibt noch eine dritte Möglichkeit übrig. Die völlige Befreiung der Hornhaut von ihrem Kalkdeposit fällt in ein Stadium der Entzündung, von welchem aus eine Restitution, unter Umständen mit einem Defect der Durchsichtigkeit, noch möglich ist; also z. B. sie fällt zusammen mit der Entstehung der Entzündung, oder mit der Bildung eines kleinen Infiltrats oder eines circumscripten ulcus corneae. Kurz, fehlt mit der Entfernung des Fremdkörpers einmal der Sporn zur Entzündung, so kann eine Reparation unter Bildung von mehr oder weniger Narbengewebe eintreten. Demgemäss beantwortet sich die gestellte Frage dahin: eine mässige Kalkverletzung der Hornhaut wird immer auszuheilen möglich sein, d. h. mit Erhaltung der Hornhaut als solcher, und zwar entweder ohne alle Alteration der Durchsichtigkeit oder mit Etablirung von grösseren oder kleineren Hornhautflecken, je nach den Grenzen, innerhalb deren sich die Intensität der „mässigen“ Kalkverletzung bewegt hat.

Lebenslauf.

Verfasser, katholischer Confession, geboren den 23. September 1857 zu Breslau, Sohn des verstorbenen Obsthändlers F. Gühmannn, besuchte das hiesige Matthiasgymnasium, welches er Michaelis 1877 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Im October desselben Jahres wurde er bei der medicinischen Facultät der Universität Breslau immatriculirt, absolvirte im Juli 1879 das tentamen physicum, im Winter 1881/82 die medicinische Staatsprüfung und am 23. Juni 1882 das examen rigorosum. Seit dem 1. Januar 1883 ist er als Assistenzarzt an der Klinik des schlesischen Vereins zur Heilung armer Augenkranker angestellt.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen und Kliniken folgender Herren Professoren und Docenten: Berger, Biermer, Born, F. Cohn, H. Cohn, Fischer, Förster, Fränkel, Gottstein, Grützner, Haeser, Hasse, Heidenhain, Joseph, Kolaczek, Loewig, Meyer, Neumann, Ponfick, Richter, Simon, Soltmann, Spiegelberg, Strasser.

Allen diesen Herren sagt Verfasser hiermit seinen herzlichsten Dank.

Thesen.

1) Der antiseptische Verband ist bei Operationen im Auge selbst überflüssig.
2) Bei im Gefolge chronischer Iritiden eingetretenem Pupillarverschluss muss die Iridectomie möglichst ausgiebig gemacht werden.
3) Zur Aufhellung alter Hornhautflecke verdient vor der Calomeleinstäubung eine starke Zinklösung den Vorzug.
4) Die Regelung der Diät bei diabetes mellitus kann auf den Verlauf der Krankheit keinen Einfluss haben.
5) Die regelmässigen ärztlichen Zwangsuntersuchungen der puellae publicae sind in ihrer gegenwärtigen Form vom sanitären Standpunkt als ungenügend zu erachten.